

Europäische Raumfähre „Hermes“ Huckepack auf einem Airbus A 300

Pioniere der deutschen Luftfahrt

Von Ralf Schauerhammer

Die Entwicklung der Luftfahrt ist mehr als die Verwirklichung eines uralten Menschheitstraums; sie ist, wie jede geniale Aufgabe, ein bleibendes Beispiel für die Grundprinzipien des Fortschritts. Ohne diesen Fortschritt in neue Bereiche der Welt kann die menschlichen Gesellschaft nicht bestehen. Fortschritt, das ist die aufregende Verwirklichung des Unmachbaren, es ist das Denken des Undenkbaren. Noch vor etwa hundert Jahren hielten die führenden Physiker der Welt den Menschenflug für unmöglich. Heute fliegen wir schneller und gewandter als die Schwalbe und höher als der Adler. Wir sind in den erdnahen Weltraum vorgedrungen. Was sollte uns hindern, nicht bald auch Weltenfahrzeuge zu bauen, in denen wir fast so schnell wie das Licht zu anderen Sonnensystemen emporfliegen?

„Undenkbar“, „völlig unmachbar“ tönt es heute genau wie vor hundert Jahren. Und vor allem, so warnen uns die modernen Technologieasketen (ganz im Gegensatz zu ihrem „liberalen“ Privatleben), „dürfen wir nicht alles machen, was tech-

nisch machbar ist". Wenn wir uns immer mehr auf das „Machbare" beschränken, wird die Menschheit zur Nichtigkeit schrumpfen. Die Kolonialisierung des Weltraums steht heute genauso auf der Tagesordnung wie die Verwirklichung des Menschheitstraums vom Fliegen vor hundert Jahren.

Dieser Artikel ist kein Überblick über die Luftfahrtgeschichte, er will vielmehr bekanntmachen mit den geistigen und moralischen Qualitäten solcher realistischer „Phantasten", die die Fliegerei „vom Boden gebracht" haben. Die Geschichte der Luftfahrt ist das Lebenswerk von Menschen wie Hermann Ganswindt, Felix Klein, Ludwig Prandtl, Hugo Junkers und Eugen Sänger; und nur durch „die Brille" solcher Pioniere kann man sie verstehen.

Das große Genie, das bereits vor Jahrhunderten die technische Realisierbarkeit des Fluges in erstaunlicher Vielfalt und Präzision erforschte, war Leonardo da Vinci. Er entwickelte bereits alle uns heute bekannten technisch-wissenschaftlichen Prinzipen der Luftfahrt. Erst drei Jahrhunderte später, im Jahre 1783, erhoben sich die ersten Menschen tatsächlich in die Luft. Es waren die Gebrüder Montgolfier mit ihrem Heißluftballon. Genau wie die ersten Pumpen, Wasserkraft- und Dampfmaschinen in Springbrunnen vor Schlössern zu Schau gestellt wurden, so benutzte man den Fesselballon nur zum Jahrmarktsvergnügen. An eine Entwicklung der Luftfahrt wurde kein ernsthafter Gedanke verschwendet. Grundvoraussetzung für einen zielgerichteten Verkehr wäre die Entwicklung eines lenkbaren Luftschiffs gewesen.

In Deutschland wird ein lenkbares Luftschiff meistens „Zeppelin" genannt, weil Graf Zeppelin um die Jahrhundertwende die ersten im Luftverkehr praktisch einsetzbaren Luftschiffe baute. Die Bedeutung des Luftschiffs für die Luftfahrt insgesamt wird heute allgemein unterschätzt. Manche behaupten sogar, die Förderung des Luftschiffs nach dem Prinzip „leichter als Luft" habe die Entwicklung des Flugzeugbaus nach dem Prinzip „schwerer als Luft" gehemmt. In Wirklichkeit ist jeder Fortschritt der Luftschiffahrt der Fliegerei insgesamt zu Gute gekommen. Die technologische Entwicklung verläuft eben nicht Schritt für Schritt aufeinander aufbauend, wie es die Befürworter der „Kosten-Nutzen-Analyse" gerne hätten. In Wirklichkeit geschah etwas, das allen Sachbearbeitern in der Forschungsbürokratie den Schreck in die Glieder jagen muß. Das Luftschiff wurde nämlich im Rahmen der Weltraumfahrt entwickelt! Bei der Entwicklung der Technik läßt sich eben der erste Schritt oft nicht ohne den fünften machen.

Den exakten Beweise dafür, daß ein lenkbares Luftschiff technisch machbar ist, liefert Hermann Ganswindt, dabei war dies eher ein Nebenprodukt seines eigentlichen Strebens, nämlich die Entwicklung der Weltraumfahrt. Hermann Ganswindt wird in den üblichen Geschichtsbüchern zur Luftfahrt wenn überhaupt, dann meist als „verschrobener Phantast" erwähnt, bestenfalls als Sonderling zu einer Zeit, welche für die Luftfahrt „noch nicht reif" war. Diese ungerechtfertigte Vernachlässigung der zugegebenermaßen recht kantigen Person Hermann Ganswindts beruht auf dem Vorurteil, daß die technische Entwicklung „schrittweise" vor sich gehen müsse. Da paßt Ganswindt, heute wie damals, nicht ins Bild. Doch heute wie damals ist Ganswindt eine lebendige Anklage gegen die typisch deutsche, professorale Mittelmäßigkeit, welche alle gewagten Ideen nur madig machen kann und jeden aufkeimenden Fortschritt sterilisiert.



Hermann Ganswindt

Hermann Ganswindts Weltenfahrzeug und die Entwicklung der Luftfahrt

Hermann Ganswindt war der erste Mensch, der bereits 1881 in öffentlichen Vorträgen ein Raumfahrzeug als technisch machbares Projekt entwickelte. Das war 32 Jahre bevor Hermann Oberth sein berühmtes Buch „Die Rakete zu den Planetenräumen" veröffentlichte. Ganswindts entwarf sein „Weltenfahrzeug" so, daß es sich mit einem Raketenmotor im luftleeren Weltraum fortbewegen konnte. Zum Start mußte es, unter anderem wegen seiner aerodynamisch ungünstigen Form, an die obere Grenze der Atmosphäre geschleppt werden. Dazu benötigte Ganswindt ein Luftschiff. Nur deshalb begann Ganswindt sich mit der Konstruktion von lenkbaren Luftschiffen zum Transport großer Lasten zu beschäftigen. Ganswindt lieferte als erster den Beweis der Realisierbarkeit eines lenkbaren Luftschiffs und entwickelte dazu alle wichtigen Konstruktionsprinzipien. Später konstruierte er für den gleichen Zweck ein Hubschraubermodell.

In Hermann Ganswindt verbanden sich ungebändigtes Zukunftsstreben mit genialen erfinderischen Fähigkeiten, welche bereits in seiner frühesten Jugend offenbar wurden. Er wurde am 12.6.1856 in Seeburg (in Ostpreußen) geboren. Bereits als Knabe erfand er spielerisch die Freilaufnabe, welche wir heute bei jedem Fahrrad vorfinden. Er verbesserte damit die Funktion eines Holzwagens mit Tretantrieb, den ihm seine älteren Brüder als Spielzeug überlassen hatten. Er nannte die Konstruktion damals „Gesperre" und hielt sie nicht für besonders wichtig. Erst als er später in finanziellen Nöten war, versuchte er diese einfache Erfindung patentieren zu lassen und wirtschaftlich zu verwerten.

Mit 13 Jahren drang er so lange in seinen Vater, ihn aufs Gymnasium zu schicken, bis dieser endlich einwilligte und ihn erst in die nahe Stadt Rössel und später nach Lyck auf die Schu-

le schickt. Dort fiel Ganswindt durch seine besondere Begabung in Mathematik und Physik auf. Als er das Newtonsche-Gesetz „actio gleich reactio" kennenlernt, entwickelt er sofort die Idee, ein „Weltenfahrzeug" nach dem Rückstoßprinzip anzutreiben. Er zeichnet insgeheim erste Skizzen und Bilder eines solchen Fahrzeugs.

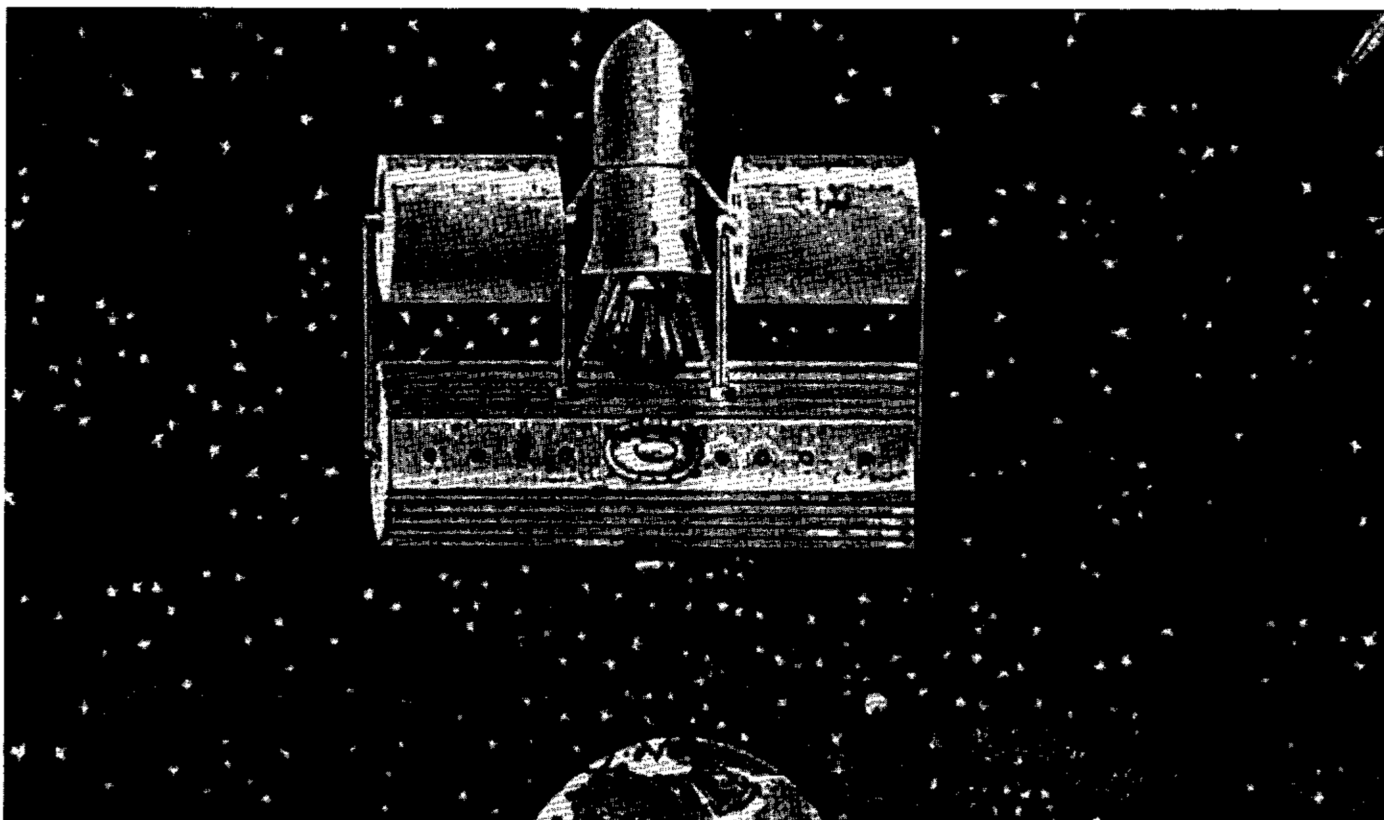
Nach seinem Abitur begann Hermann Ganswindt auf Wunsch seines Vaters ein Jurastudium. Die Rechtswissenschaft widersprach jedoch seinen moralischen Überzeugungen. Die Jurisprudenz bezeichnete er als „Unrechtssprechung". Nach seinem Wehrdienst studierte er ein weiteres Semester in Berlin und widmet sich dann im Selbststudium der Physik und Technik. Er ging nun seiner großen Leidenschaft nach: dem Weltenfahrzeug!

Im Jahr 1891 waren seine Konstruktionsideen so weit gediehen, daß er sich zum ersten Mal in die Öffentlichkeit wagte. Er stellte sein Weltenfahrzeug während eines Vortrags in Berlin vor. Zu bedenken gilt immerhin, daß damals allein schon die Möglichkeit des Fliegens als völlig unmöglich galt. Der Physikerpapst Helmholtz schrieb damals: „Es ist kaum als wahrscheinlich zu betrachten, daß der Mensch, auch durch den allergeschicktesten flügelähnlichen Mechanismus, den er durch seine eigene Muskelkraft zu bewegen hätte, in den Stand gesetzt werden würde, sein eigenes Gewicht in die Höhe zu heben und dort zu erhalten." An Flugzeugmotoren dachte damals niemand.

Ganswindt war jedoch von der realen Durchführbarkeit der Raumfahrt überzeugt. Er sagte: „Ich betone nochmals, daß diese Ausführungen nicht etwa Phantasiegebilde à la Jules Vernes sein sollen, sondern ein wirkliches Projekt bedeuten, welches ich in meinem Leben noch zu verwirklichen hoffe." Dieser Überzeugung blieb Ganswindt ein ganzes Leben lang treu. Seine letzten Worte, die er am 24. Oktober 1934 auf dem Sterbebett an seine Frau Frieda richtete waren: „Ich habe es nicht mehr erleben dürfen, aber Du wirst es noch erleben!" In der Tat, nur wenige Jahre später erhob sich die erste Rakete aus der Atmosphäre und Hermann Ganswindts Sohn arbeitet zehn Jahre lang am Mondprojekt der NASA unter Wernher von Braun. Wer hat 1934, außer dem völlig verarmten und vereinsamten Hermann Ganswindt, an einen derartigen Aufschwung der Raumfahrt geglaubt? Trotz unsäglicher Mühen und bösartigster Verfolgung zweifelte Hermann Ganswindt niemals an seinem „Projekt" und konzentrierte all seine Kraft auf diese große Augabe.

Das erste Weltenfahrzeug der Menschheit

Ganswindts Entwurf eines Weltenfahrzeug beschrieb Max Valier 1926 in „Der Vorstoß in den Weltenraum" folgendermaßen: „Als Antriebssystem dachte sich Ganswindt einen dickwandigen Stahlblock, der gleichzeitig eine Schwungmasse vorstellen sollte, um die Stöße der einzelnen Explosionen aufzunehmen und auszugleichen. Die Antriebskraft sollte durch den Auspuff der Gase der im Innern der Höhlung des Schwungblocks rasch hintereinander zur Explosion gebrachten Patronen eines (zunächst festgedachten, aber auch in flüssiger Form möglichen) Sprengstoffs von möglichst hohem Energiegehalt erzeugt werden..."



Hermann Ganswindts „Weltenfahrzeug", das er zum ersten Mal bei einem Vortrag in der Berliner Philharmonie 1881 der Öffentlichkeit vorstellte.

„Mit diesem Treibsystem sollte die wegen des inneren Überdrucks möglichst enge Passagierkammer in Gestalt einer mit Fenstern und Außenböden versehenen zylindrischen, luftdicht geschlossenen Röhre durch eine federnde Aufhängung verbunden sein, um die noch immer ruckartige ungleichmäßige Bewegung der Schwungglocke noch mehr auszugleichen. Die Heizung sollte durch die Explosionsabgase, die durch eine Art Ofenrohr durch die Kammer geführt werden, erfolgen." Auch war sich Ganswindt darüber klar, daß für die Erhaltung des normalen Luftdrucks und Erneuerung der verbrauchten Atemluft Vorsorge getroffen sein muß.

„Das Gleichgewicht des ganzen Fahrzeugs ist jederzeit ein stabiles, da der Angriffspunkt der Kraft stets vor dem Schwerpunkt liegt", was Ganswindt als wesentlich erkannt und seiner Konstruktion zugrundegelegt hat. Ebenso erhebt er Anspruch auf die Priorität des Gedankens, den nach Abstellung des Explosionen eintretenden Mangel an Schwereempfindung für die Insassen durch eine Rotation des ganzen Schiffs zu ersetzen...

„Den Start zum Raumflug dachte sich Ganswindt folgendermaßen: Zunächst sollte die Maschine durch Hubschrauberflugzeuge möglichst bis an die Grenzen des Luftkreises emporgetragen werden. Er bezeichnet dies als Notwendigkeit, da sein Weltenfahrzeug wegen der ungünstigen Luftwiderstandsform aus eigener Kraft nicht mit großer Geschwindigkeit durch den Luftkreis aufzufahren vermöchte. — Dann sollte der Explosionsapparat in Betrieb gesetzt werden. Ganswindt wußte schon 1881, daß der Wirkungsgrad einer raketenartigen Antriebsmaschine nur bei sehr hohen Fahrgeschwindigkeiten günstig ist, daß aber diese mit Rücksicht auf den Andruck, welche die Insassen auszuhalten haben, erst allmählich erreicht werden können..."

Welche detaillierten Überlegungen Ganswindts Projekt zugrundelagen ist schwer nachzuvollziehen, da alle seine Unterlagen verschollen sind. Er selbst behauptete jedoch, er habe insbesondere das Problem des Treibstoffs und der Zufuhr der Treibstoffpatronen in den Verbrennungsraum prinzipiell gelöst. Die wissenschaftliche Fachwelt nahm damals natürlich keinerlei Notiz von Ganswindts genialen Ideen. Erst im Jahr 1900 schrieb der Wiener Professor Gostkowski eine Kritik des Weltenfahrzeugs, in welcher er versuchte, Ganswindts Ideen für physikalisch unmöglich zu erklären. Gostowski bezeichnete Ganswindt als „modernen Ikarus" und kam nach langer Berechnung zu dem Schluß: „Ein Durchstreifen des Weltraums in Vehikeln, welche durch Reaktion von Explosionsgasen getrieben werden, ist aus physikalischen Gründen untunlich". Heute weiß jedes Kind, daß sich der Herr Professor verrechnet hat und nicht Ganswindt.(Eine ausführliche Darstellung und Widerlegung dieses Artikels lieferte Prof. Dr. Fred Winterberg in der Zeitschrift *Astronautik* 1973, Jahrg. 10, Seite 127 ff.)

Das erste lenkbare Luftschiff

Ganswindt entwickelte zwei Fluggeräte, mit denen das Weltenfahrzeug innerhalb der Atmosphäre in die Höhe gehoben werden sollte: Das lenkbare Luftschiff und den Hubschrauber. Zuerst entwickelte er das Luftschiff. In seiner im Oktober 1883 vorgelegten Patentschrift bewies er zum ersten Mal wissenschaftlich einwandfrei, warum und wie es möglich ist, ein lenkbares Luftschiff zu bauen. Die grundlegende Überlegung ist dabei folgende: Das Luftschiff muß gegen die Kraft des auf den Querschnitt des Luftschiffs wirkenden Luftwiderstands bewegt werden. Der in Fahrtrichtung wirkende Querschnitt kann verringert werden, indem dem Ballon die für das Luftschiff typische langgestreckte Form gegeben wird. Zweitens muß bei den für den Antrieb eingesetzten Motoren das Verhältnis von Leistung zu Gewicht möglichst hoch sein. Drittens zog Ganswindt noch eine erstaunlich einfache geometrische Idee in Betracht, welche den Beweis erst vollständig machte. Da der Luftwiderstand relativ zur Querschnittsfläche (d.h. im Quadrat) wächst, während die Auftriebskraft gleichzeitig mit dem Volumen (d.h. mit der dritten Potenz) wächst, ist es prinzipiell möglich, das ungünstige Leistungsgewicht des Antriebsmotors durch Vergrößerung des Luftschiffs zu kompensieren.

Die allgemein verbreitete Behauptung, der Bau des Zeppelins sei erst durch die Leistungssteigerung der Benzinmotoren zur Jahrhundertwende möglich gewesen, ist also falsch! Die gegebene Leistungsfähigkeit des Motors, das hatte Ganswindt klar erkannt, entscheidet lediglich über die Mindestgröße des Luftschiffs. Ganswindt berechnete ein Modell von 150 Metern Länge für eine Nutzlast von 160 kg. Zeppelins erstes Luftschiff LZ1 wurde 1900 fertiggestellt; es war 128 lang und konnte eine Nutzlast von 350 kg befördern.

Erläuterungen und Patent-Schriften
bezw. -Ansprüche
nebst
Urtheilen
von
Behörden, Autoritäten, Zeitungen und Privatpersonen.

Jeder Erfinder lobt seine Erfindung, könnte man wohl das bekannte Sprüchwort vom Kaufmann variiren, ohne den Erfindern Unehrlichkeit vorzuwerfen. Das Urtheil des Erfinders über seine Erfindung wird vielmehr in psychologisch erklärlicher Weise meistens dadurch beeinflusst, dass er vor Freude über das Gelingen des mühsam erstrebten Effektes die Schattenseiten seiner Construction vorerst übersieht. Das richtige Abwägen der Licht- und Schattenseiten mancher Constructionen ist bisweilen selbst für den Unparteiischen sehr schwierig. Wer z. B. einmal in die Lage gekommen ist, von den vielen neu aufgetauchten Schreibmaschinen-Systemen sich das beste aussuchen zu sollen, wird zugeben, dass er selbst nach langwierigem Studiren und Probiren der verschiedenen Systeme nur sehr schwer zu einem Entschluss kommt, weil fast jedes System irgend einen besonderen Vorzug erstrebt und meistens wohl auch erreicht hat; es fragt sich nur, welche Nachtheile sind damit verknüpft? Und überwiegen die Vortheile diese Nachtheile? Es gilt also auch hier der Satz: „Du sollst jede Angelegenheit proportional ihrer Bedeutung behandeln!"

Dieses Buch soll nun den Zweck haben, dem Leser das Urtheil über die darin dargestellten Erfindungen zu erleichtern. Deshalb werden ausser den Erläuterungen des Erfinders und möglichst guten naturgetreuen Abbildungen der Erfindungen selbst im Folgenden noch eine Reihe unparteiischer Urtheile von einwandfreier Seite wiedergegeben.

I. Das Drahtachsenlager.
Patentschrift
No. 99008.
Klasse **47**: Maschinen-Elemente.

Hermann Ganswindt in Schöneberg bei Berlin.

Lager für umlaufende Scheiben, Räder oder dergleichen mit verspanntem Drahte.

Patentirt im Deutschen Reiche vom 29. Dezember 1897 ab.

Ausgegeben den 2. September 1898.

Vorliegende Erfindung betrifft eine eigenartige Lagerungsweise von umlaufenden Scheiben, Rädern und dergl. und bezweckt, die bei Bewegung derselben auftretende Reibung unter Ausschluss der Verwendung von Antifriktionskugeln oder -Rollen dadurch auf das Mindestmass zu beschränken, dass die Achse, auf

Seite aus Ganswindts „Immediateingabe" an den „Deutschen Kaiser und König von Preußen".

Als Motor stand damals nur die Dampfmaschine zu Verfügung. Zur Optimierung der Größe der Luftschraube sah Ganswindt drei Motoren vor, welche an der Gondel unter dem Luftschiff angehängt werden sollten. Um das Gewicht der Motoren möglichst gleichmäßig über das Luftschiff verteilen zu können, sollten die drei Gondeln in der Mitte untereinanderhängend angebracht werden. Die unterste Gondel enthielt auch noch die Passagierkabinen, welche für den Notfall mit Fallschirmen ausgerüstet werden sollten. Ganswindt erfand auch den Ankermast und demonstrierte, daß eine Schraube in der Luft etwa den gleichen Vortrieb erzeugt wie im Wasser, wenn sie 28 mal schneller läuft.

In Berlin wurde Ganswindts Antrag auf Eintragung ins Patentregister abgelehnt. Die Arbeit des Autodidakten Ganswindt wurde einfach nicht ernst genommen. Gegen dieses bornierte Vorurteil mußte Ganswindt sein Leben lang ankämpfen. In Paris war jedoch seit 1871, als ein Großteil der Regierung auf die abenteuerlichste Art versucht hatte, mit Fesselballons der deutschen Belagerung zu entkommen, ein außergewöhnlich großes Interesse an lenkbaren Luftschiffen vorhanden. Bereits seit 1878 standen 200 000 Francs für die Entwicklung eines lenkbaren Luftschiffs bereit. Eine zündende Idee zu seiner Verwirklichung fehlte jedoch. Da wurde 1883 Ganswindts Patentschrift bekannt. Bereits am 9. August 1884 startete mit der „La France" das erste lenkbare Luftschiff, das (nach 20minütigem Flug und gegen schwachen Wind) aus eigener Kraft an seinen Ausgangsort zurückdirigiert werdeen konnte. Am 5. September 1884 berichte die Zeitschrift *Le Figaro* über die Fahrt von „La France" in einem Artikel, der über ganze Passagen fast wörtlich mit Ganswindts Patentschrift übereinstimmt.

Der erste Hubschrauber

Ganswindt entwickelte später ein zweites Fluggerät: den Hubschrauber. Auch hierbei war sein eigentliches Ziel der Transport des Weltenfahrzeugs zur Grenze der Atmosphäre. Deshalb mußte er einen Hubschrauber entwickeln. Im Gegensatz zum Flugzeug erreichen beim Hubschrauber die Tragflächen eine hohe Geschwindigkeit relativ zur Luft, und damit einen großen Auftrieb, ohne daß das Fahrzeug insgesamt eine hohe Geschwindigkeit erreichen muß. Der Hubschrauber, auch heute noch der „Kran der Lüfte", kann deshalb sperrige und aerodynamisch ungünstig gestaltete Lasten befördern.

Im Jahr 1888 hatte Ganswindt Berechnungen angestellt, denen zufolge ein parabolisches Flügelprofil verwendet werden müsse. Damals berechnete man, wenn überhaupt, nur ebene Tragflächen. Man erhielt dadurch entsprechend falsche Ergebnisse, was unter anderem zu den pessimistischen Aussagen von Helmholtz über die Möglichkeit des Fliegens führte. Erst 1889 veröffentlichten die Gebrüder Lilienthal ihr Buch „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegerkunst", in welchem die Bedeutung gekrümmter Tragflächen eindeutig nachgewiesen wurde. Ganswindt kannte Lilienthals Arbeiten. Er war mit dem Vorgehen der Lilienthals jedoch nicht völlig einverstanden und hielt die strikte Nachahmung des Vogelflugs für verkehrt. Am 2.12.1894 schrieb er im *Berliner Lokalanzeiger*: „Wenn (Lilienthal) behauptet, daß die Flugtechnik ihr Heil in der genauesten Nachahmung des Vogelfluges bis hin zum Flügelschlag suchen muß, so verrät er seinen geringen Sinn für angewandte Mechanik; denn jeder Laie wird begreifen, daß für eine Flugmaschine vom Vogelflug nur zu nehmen ist, was gut ist und wegzulassen ist, was schlecht ist; ganz ebenso wie man den Bewegungsmechanismus einer Lokomotive nicht genau dem Bewegungsmechanismus der Tiere nachkonstruiert hat. Man denke nur eine auf Beinen laufende Lokomotive!" Ganswindt hat mit seiner Kritik hier wohl ins Schwarze getroffen. Wenigen ist bekannt, daß Gustav Lilienthal bis ins hohe Alter versuchte, ein flügelschlagendes Fluggerät zu konstruieren.

Bereits am 30.9.1890 stellte Ganswindt das Modell seines Hubschraubers einer Gutachtergruppe des Generalstabs der Armee vor, zu der unter anderem der General Graf von Schlieffen gehörte. Die erhoffte Förderung blieb jedoch aus. Ganswindt wurde aufgefordert, erst einmal einen Motor für seinen Hubschrauber zu entwickeln. Insgesamt wurde seine Entwicklungsarbeit wohlwollend betrachtet und ermutigt. Der gute Zuspruch half jedoch wenig. Ganswindt hatte sein gesamtes Vermögen in die Entwicklung gesteckt und war nun finanziell am Ende. Im Frühling mußte er, nach eigenen Worten, mit „weniger als ein Bettler", zusammen mit seiner Frau und seinen zwei Kindern in sein Elternhaus nach Ostpreußen zurückkehren.

Beweis und Neubeginn

In dieser Situation hätten viele an dem Unverstand der Welt resigniert, sich damit abgefunden, daß niemand den genialen Zug der eigenen Ideen erkennen will, oder hätten an sich selbst gezweifelt. Hermann Ganswindt entschloß sich jedoch, dem bornierten Vorurteil entgegenzutreten. Er wollte nun beweisen, wozu er als Autodidakt fähig war, und zwar nicht nur auf dem Gebiet der Physik und Technik. Mit 35 Jahren begann er, der bisher nie Klavier gespielt hat, sich selbst das Klavierspielen beizubringen, und es zu einer Meisterschaft zu bringen, welche es ihm erlaubte, als Konzertpianist aufzutreten. Er übte jeden Tag 8 Stunden und magerte dabei zum Skelett ab. Sein erstes Konzert fand am 23.12.1892 statt. Auf dem Programm standen Schubert, verschiedene Walzer von Chopin, Beethovens Trauermarsch und die „Sturm-Etude" von Chopin. In der Pause stand ein „Vortrag über Luftschiffahrt nebst Vorführung eines kleinen Modells" auf dem Programm. Die Konzerte brachten Ganswindt nicht nur den Beweis, was er als Autodidakt zu leisten im Stande war, sondern auch gute Kritiken und Eintrittsgelder, mit denen ein Neubeginn ermöglicht wurde.

Bereits Mitte der 90er Jahre war Ganswindt wieder in der Lage, an den Neuaufbau seiner Erfinderexistenz in Berlin zu denken. Diesmal beschloß er, ein solideres Fundament zu legen, indem er seine Unternehmungen auf unmittelbar anwendbare Patente aufbaute. Er entwickelte nun den sogenannten „Tretmotor", bei dem er seine Kindheitserfindung, den Freilauf, verwendete, um den Antrieb von kleinen Maschinen zu verbessern, der damals im allgemeinen durch eine mit dem Fuß betätigte Kurbel erfolgte. Das Patent für den Tretmotor wurde ihm versagt, trotzdem wendete er die Maschine erfolgreich an,

z.B. bei Flaschenspülmaschinen, wo der Arbeiter nun nur noch 2- bis 3mal in der Minute treten mußte, statt wie zuvor über hundertmal. Wirtschaftlich gewinnbringend war für Ganswindt sein Patent für ein Drahtachsenlager, welches ihm in den gewinnträchtigen Fahrradmarkt einzusteigen erlaubte.

Ganswindt betrieb diese „unternehmerischen" Aktivitäten nur zum Broterwerb. Sein eigentliches Ziel war immer noch die Luft- und Raumfahrt. Er veröffentlichte verschiedene Schriften, in denen er seine Erfindungen und gesellschaftlichen Vorstellungen bekannt machte. Die wichtigste davon ist wohl die 1899 im Selbstverlag erschienene Schrift „Das jüngste Gericht". Eine Kopie existiert noch in der Bibliothek des Deutschen Museums. Darüber hinaus lud Ganswindt zu „Experimentalvorträgen" in die Berliner Philharmonie ein, in denen er über „Luft-Verkehr, z.B. Berlin—New York in 48 bis 24 Stunden" sprach. Die Vorträge waren stark besucht, trafen jedoch keinesweges auf ungeteilte Zustimmung. Unbeirrt von der Dummheit der Zuhörerschaft sprach Ganswindt das aus, was er für richtig hielt.

Ganswindts Vorträge wurden immer wieder von Zwischenrufen wie „Ein Verrückter, er will zu den Sternen... Das ist ein kompletter Narr" usw. und bornierten Lachern unterbrochen. Der Landwirt und Dichter Richard Dost schrieb unter dem Eindruck einer solchen Veranstaltung folgendes Gedicht:

„Wer sich auf ausgetret'nem Gleis bewegt
Und nur Alltägliches erwägt und pflegt,
Weß' Horizont nur eine Spanne mißt
Und ew'ges Dunkel ihm dahinter ist:
Dem wird sein Ziel nicht schwer erreichbar sein,
Ganz leicht kehrt er in seinen Hafen ein.
Doch wessen Geist in ew'ge Fernen dringt,
Wer alle ird'schen Schranken überspringt,
Wer neue Bahnen bricht im Forschungswald,
Auf ew'ge Ziele sehnend vorwärts wallt:
Der wird gekreuzigt meist von hinnen gehn; —
Sein Lohn wird ihm in fernen Himmelshöhn."

Man wird diese Zeilen sicher nicht unter die Meisterwerke deutscher Dichtkunst einreihen. Sie bringen jedoch recht eindrucksvoll zum Ausdruck, welche Wirkung Ganswindt mitunter auf die Menschen ausüben konnte.

Ab 1896 organisierte Ganswindt eine Ausstellung seiner Erfindungen in Schöneberg. Der Eintrittspreis kostete 1 Mark und die Ausstellung wurde in den Jahren 1899 bis 1901 stark frequentiert. Die Attraktion der Ausstellung war seine Flugmaschine, die er fertiggestellt hatte. Sie konnte jedoch ohne einen Motor von geeignetem Leistungsgewicht nicht betrieben werden. Der Daimlermotor des LZ 1 leistet bei einem Gewicht von 385 kg nur 14 PS. Als Ganswindt hörte, in Paris sei ein 40 PS starker Motor zu haben, fuhr er hin und kaufte den Motor. Er wurde jedoch betrogen; der Motor leistet maximal 25 PS und war viel zu schwer.

Da kam Ganswindt folgende Idee. Er wickelte ein Seil mit einem großen Gewicht um die Achse des Motors. Wenn man das Gewicht in ein tiefes Loch fallen ließ, setzte es den Motor in Bewegung. Zusätzlich mußte Ganswindt zur Stabilisierung



Felix Klein

ein Drahtseil, welches vom Boden zum Hallendach gespannt war, durch die Längsachse des Hubschraubers führen. Mit diesem „provisorischen Motor" konnte Ganswindt seinen Flugapparat samt zwei Mann Besatzung einige Sekunden lang einige Meter hoch in der Luft halten, und das Prinzip des Hubschraubers im Rahmen seiner Ausstellung eindrucksvoll demonstrieren. Um die Bedeutung des Experiments einzuschätzen, muß man berücksichtigen, daß der erste Motorflug, eigentlich ein wenige Meter weiter Hüpfer der Gebrüder Wright, erst 1903 erfolgte. Die Wrights benutzten übrigens auch ein Fallgewicht beim Start ihres Flugzeugs. Der erste funktionsfähige Hubschrauber wurde erst 1936 von Focker (der FW 61) und danach 1939 von Sikorsky gebaut.

Der Höhepunkt der Kampagne gegen Ganswindt

Nun setzte eine Pressekampagne gegen den „Schwindler" Ganswindt ein, welche sich zunehmend steigerte. Am 17. April 1902 wurde Ganswindt von einem gewissen Kriminalkommissar Ruck unter der Anklage des Betrugs verhaftet. Die Geräte Ganswindts wurden beschlagnahmt und auf einem Mistkarren abtransportiert. Dabei wurden sie zerstört. Ganswindt wurde 8 Wochen lang in Untersuchungshaft behalten. In der Zwischenzeit veranstalteten die Berliner Zeitungen des Verlages Mosse-Ullstein eine massive Hetzkampagne gegen Ganswindt, die ausreichte, ihn ein für alle Mal geschäftlich zu ruinieren. Einen wichtigen Gönner Ganswindts, Baron von Gorsdorff, trifft der auf ihn übertragene „Ehrverlust" so tief, daß er Selbstmord begeht. Seine Frau folgt ihm in den Tod.

Wie sich später herausstellte, war nicht nur der Betrugsvor-

wurf gegen Ganswindt nicht haltbar, sondern der Kommissar Ruck war für sein Vorgehen gegen Ganswindt bestochen worden. So schrieb z.B. die *Deutsche Fahrzeug-Zeitung* am 20.11.1908: „Mosse hat sogar dem Kriminalkommissar Ruck, welcher später zu einer Gefängnisstrafe verurteilt worden ist,..., laut Feststellung des Staatsanwalts hohe Geldversprechungen gemacht." Nachdem Ganswindt wieder frei war, versuchte er eine Gegendarstellung in den Zeitschriften unterzubringen. Ohne Erfolg. Daraufhin strebte Ganswindt im Jahre 1904 seine Rehabilitation durch eine Gegenklage an. Die Prozeßakten waren jedoch plötzlich verschwunden und blieben es auch zwei Jahre lang. Dann tauchten sie plötzlich wieder auf. Ganswindts Rehabilitierungsprozeß wurde jedoch niedergeschlagen, da mittlerweile angeblich alles verjährt war! Die Zeitungen schwiegen Ganswindt von nun an tot.

Ganswindt war nun endgültig bankrott. Er mußte einen Offenbarungseid leisten und lebte mit seiner Frau und seinen zehn Kindern von Wohlfahrt und Almosen. All diese Schicksalsschläge konnten Ganswind moralisch nicht brechen. Er blieb seinem Ziel, der Weltraumfahrt treu. Im Jahre 1917, als der Erste Weltkrieg auswegslos tobte, unternahm er nochmals den Versuch, vom Militär Mittel für eine neue Version seines Luftschiffs zu erhalten. Die eingeschickten Unterlagen kamen ohne Brief, aber mit dem handschriftlichen Vermerk: „Lebt denn der Unglücksrabe immer noch? Ich kenne ihn von früher. v. Stein" zurück.

Felix Kleins Göttinger Vereinigung und die Entwicklung der Luftfahrt

Ganswindt stand wie die meisten Pioniere der Luftfahrt völlig außerhalb der sogenannten „Gemeinschaft der Wissenschaftler". Das spricht nicht gerade für die Wissenschaft. Es ist erstaunlich wie lange es gedauert hat, bis die Physik in der Lage war, einen konstruktiven Beitrag zur Entwicklung der Luftfahrttechnik beizutragen. In Deutschland war diese Wende, welche sich erst kurz von dem Ersten Weltkrieg vollzog, zum Großteil das Verdienst der von Felix Klein geleiteten Göttinger Vereinigung und der bahnbrechenden hydrodynamischen Arbeiten von Ludwig Prandtl.

Die heute noch existierenden Aufzeichungen der „Flugwissenschaftlichen Tagung der Göttinger Vereinigung" aus dem Jahre 1912 vermittelt uns ein lebendiges Bild der damaligen Entwicklung. Diese von Felix Klein besonders geförderte Versammlung zeigt einerseits die weite Diskrepanz, welche damals zwischen Praktikern (repräsentiert durch August Euler) und Wissenschaftlern (z.B. Ludwig Prandtl) bestand, und wie Felix Klein versuchte, diese Kluft zu überbrücken. Andererseits vermittelt sie einen Eindruck von der Ernsthaftigkeit und Entschlossenheit, mit der schon bald die Luftfahrt wissenschaftlich durchforscht und entwickelt werden sollte. Wie bei solchen Tagungen üblich, waren neben Hochschulprofessoren aus dem gesamten deutschsprachigen Raum auch Vertreter der preußischen Regierung und des Militärs, sowie Industrielle z.B. Linde (VDI), Dr. Straubel (Zeisswerk), Dr. Ehrensberger (Krupp) etc. anwesend. Dazu kamen Konstrukteure von Zeppelin aus Friedrichshafen und Flugpioniere wie Euler, aber auch Vertreter anderer Bildungsstätten, wie z.B. Oscar von Miller vom Deutschen Museum.

Der Praktiker

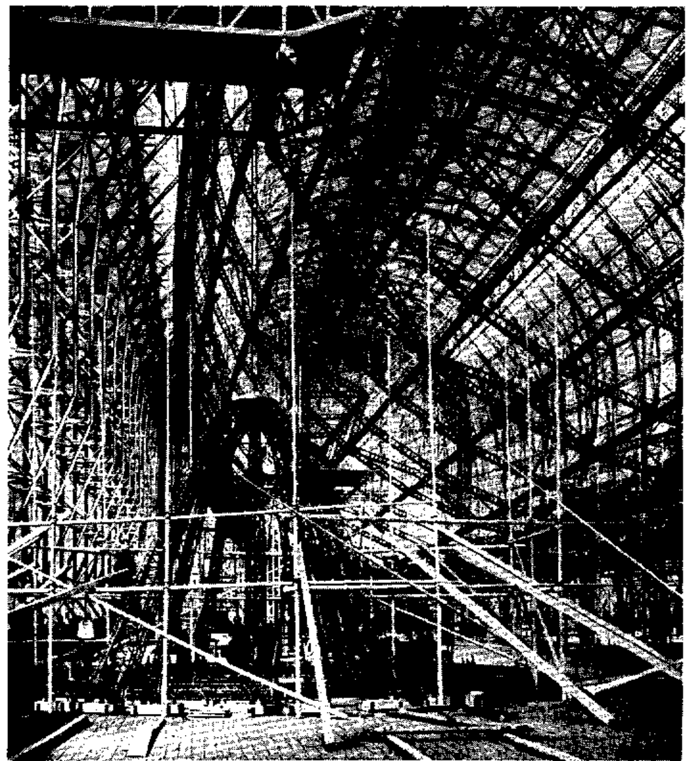
August Euler aus Frankfurt (das Bild seines Pilotenscheins ist noch vorhanden), der als Attraktion in den Pausen für die Tagungsteilnehmer kurze Rundflüge vorführte, begann die Veranstaltung mit einem Vortrag über den „Maschinenflug, wie er praktisch in der Luft vor sich geht." Euler war typisch für die flugbegeisterten Pioniere der Lüfte. Er sagte u.a.:

„Mein heutiger Vortrag soll nun lediglich den praktischen Flug in der Luft erklären. Fliegen wir jetzt also fort von der Erde. Gleich nach dem Abflug von der Erde erscheint die Sache zuvörderst außerordentlich schwierig. Die Schwierigkeiten entstehen besonders durch den Wind, welcher dicht über der Erde unregelmäßig ist, und zwar hauptsächlich auf von Wäldern, Häusern, Bergen umgebenen Plätzen."

„In Höhen bis zu 20 m und mehr erhält der Flieger Windstöße, welche daher kommen, daß der Wind vielleicht 50 oder



Das Luftschiff „Graf Zeppelin" über Chikago.



Gerippekonstruktion des 1936 fertiggestellten Luftschiffes LZ 129 „Hindenburg". Das Luftschiff hatte eine Länge von 245 m, das Gasvolumen betrug 200 000 ccm.

100 m weiter von links oder rechts über einen Wald, über ein Haus, über einen Schornstein oder sonst dergleichen kommt und den Flieger je nachdem von oben, von unten oder von der Seite stoßen. Gleichzeitig hat der Flieger in dieser Situation darauf zu achten, daß er nicht wieder auf die Erde kommt, und daß er nicht zu steil in die Luft fliegt, weil dadurch die Maschine überanstrengt würde und infolgedessen wieder auf die Erde kommen würde..."

„Ganz anders verhält sich die Sache, wenn sich der Pilot in großen Höhen bewegt, wohin der Flieger eigentlich gehört, und zwar in Höhen von wenigstens 100 bis 500 m. Höhenflüge von mehr als 1000 m haben meines Erachtens nur noch einen sportlichen, vielleicht nicht mehr einmal einen militärischen Wert..."

„Im allgemeinen soll man nicht in niedrigen Höhen über Städte und große Ortschaften hinwegfliegen, da ebensogut, wie man fragt, warum soll der Motor stehen bleiben, man sagen kann, warum soll der Motor nicht stehen bleiben... Fliegt eine Flugmaschine in 400 bis 500 m Höhe über einen Ort hinweg, so braucht sich der Pilot kaum darum zu sorgen, ob der Motor stehen bleibt, wenn seine Flugmaschine sicher im Gleitflug ohne Motor zur Erde zu bringen ist. Er kann dann mit Ruhe einen Platz außerhalb der Ortschaft aussuchen, auf welchem er die Landung vornehmen kann..."

„Über die Bedeutung, welche die Aviatik heute hat, kann man sagen, daß diese zuförderst nur eine rein militärische ist... Man kann also für die allernächste Zeit nicht daran denken, daß sie ein Beförderungsmittel etc. werden, denn zum Vergnügen will man sich nicht in große Gefahr begeben..."

„Man kann auch bereits einzelne Flugmaschinen als Zerstörungsmaschinen ausrüsten, in welchem Fall ich sie nur mit dem Piloten fliegen ließe, und an Stelle der beiden anderen Begleiter Sprengstoffe mitgeben würde, um sie auf marschierende Truppenkörper, welche nicht durch Artillerie genügend nahe geschützt sind, herunterfallen zu lassen, rekognoszierende Stäbe zu bombardieren, Generäle schnell zu befördern, Nachrichten schnell zu überbringen..."

„Wie wird sich nun wohl menschlicher Voraussicht nach die Sache weiter zu entwickeln haben? Hierzu kann ich natürlich nur meine heutige Meinung zum Ausdruck bringen und ich glaube, daß dies wohl zwei bis drei Jahre dauern wird, bis wir Flugmaschinen haben, die schnell genug und damit stabil genug sind, daß man sie der Hand eines Durchschnittsmenschen anvertrauen kann. Die größte Schwierigkeit hierbei wird sein, daß zur Erreichung von Geschwindigkeiten, welche eine so hohe Stabilität sichern, die Stirnwiderstände und damit alle Teile der Flugmaschine und besonders die Tragflächen bedeutend kleiner werden müssen."

Auf diese Bemerkung werden wir im Zusammenhang mit den vorausblickenden Konzepten der Pioniers der Flugtechnik, Hugo Junkers, zurückkommen, der bereits zwei Jahre vor dieser Rede die Grundkonzepte des modernen Verkehrsflugzeugs entwickelt und in einer Patentschrift niedergelegt hatte.

Die Theorie

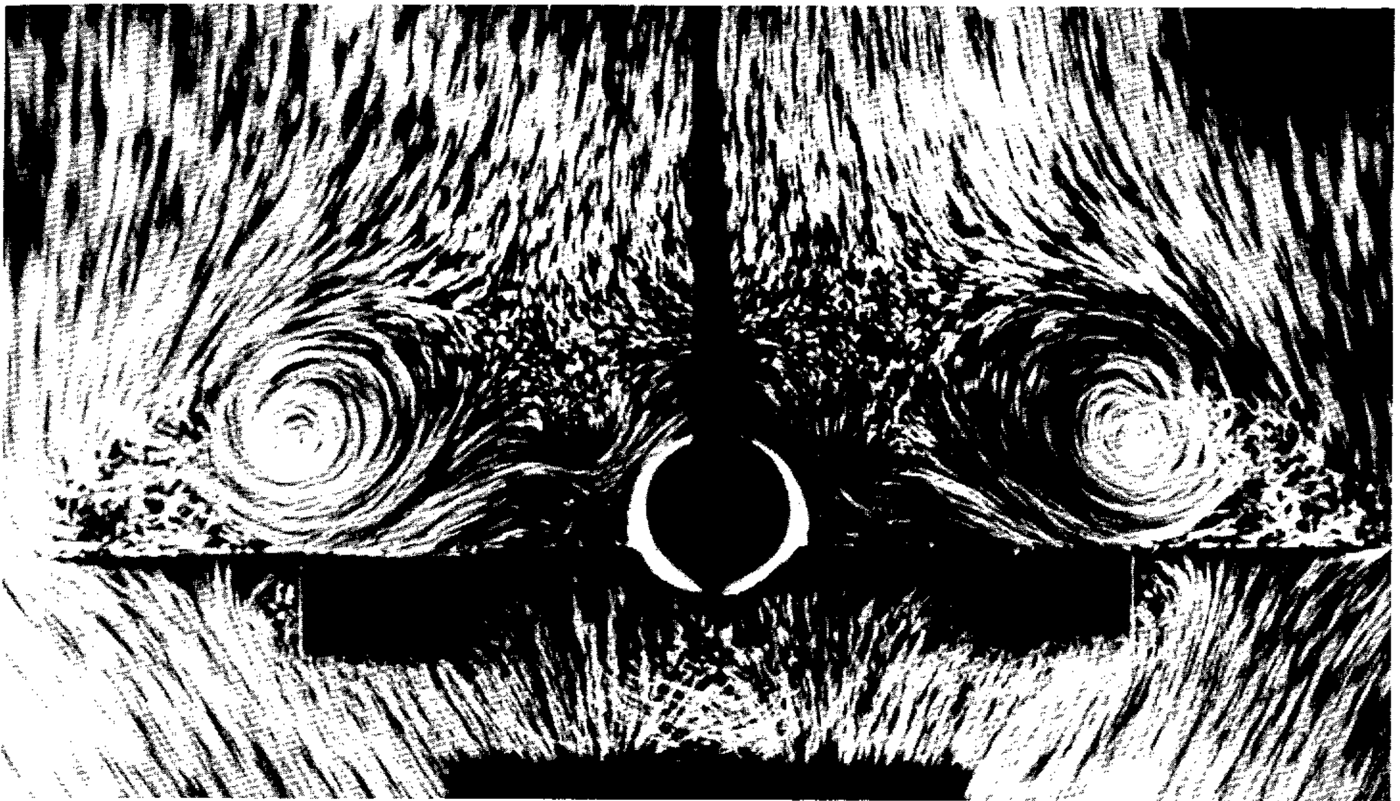
Professor Ludwig Prandtl stellte die grundlegenden Erkenntnisse der Aerodynamik anhand eines Übersichtsvortrags über die „Ergebnisse und Ziele der Göttinger Modellversuchsanstalt" dar. Zuerst erklärte er, daß systematischen Versuchsreihen zur Messung der „Luftkräfte an ebenen und gewölbten, rechteckigen Platten" gezeigt hätten, daß die physikalischen Verhältnisse „sehr viel verwickelter" seien, als man anfänglich angenommen habe. Insbesondere „ergaben sich, wenn man den Auftrieb (oder Widerstand) einer Platte in Abhängigkeit vom Neigungswinkel betrachtet, statt des alten Sinusgesetzes drei bis vier verschiedene, unstetig aneinander anschließende Gesetze." Charakteristisch für Prandtls wissenschaftliche Methode ist dann folgende Feststellung: „Betrachtet man dabei aber das Gesamtbild, das sich für eine Serie von Platten, etwa von gleichbleibendem Format und verschiedenem Wölbungsverhältnis ergibt, **so zeigt sich in diesen Unstetigkeiten ein ganz gesetzmäßiger Gang**. Man wird beim Anblick der Kurven, wie sie in der Ausstellung nebenan zu sehen sind, zu der Annahme geführt, daß jedem einzelnen dieser unstetig aufeinanderfolgenden Gesetze *verschiedene Formen der Luftströmung* um die Fläche herum entsprechen müssen."

Nachdem Prandtl seinen Zuhörern in einem ersten Schritt verdeutlicht hat, warum das Phänomen des Fliegens nicht durch die Newtonsche Vorstellung erklärt werden kann, welche davon ausgeht, daß der Impuls der *vorne* an die Flügelunterseite anströmenden Luftpartikel den Flügel nach oben treibt, sondern daß der Einfluß der durch verschiedene Wirbelbildungen charakterisierten Luftströmungen entscheidend ist, erklärt er nun in einem zweiten Schritt, welche Wirbelform den Luftstrom *hinter* dem Flügel so transformiert, daß der Flug möglich wird.

„Eine andere theoretische Untersuchung bezog sich auf die Strömungsverhältnisse der Luft hinter einem Aeroplan. Der vom Aeroplan erzeugte Auftrieb ist nach dem Prinzip von Aktion und Reaktion notwendig verknüpft mit einem absteigenden Luftstrom hinter dem Aeroplan. Er hat sich nun als sehr nützlich erwiesen, die näheren Umstände dieses absteigenden Luftstroms zu untersuchen. Es zeigt sich, daß der absteigende Luftstrom durch ein Wirbelpaar gebildet wird, dessen Wirbelfäden von den Flügelenden des Aeroplans ausgehen. Der Abstand der beiden Wirbel ist gleich der Spannweite des Aeroplans, die Wirbelstärke gleich der Zirkulation der Strömung um den Aeroplan."

Wie fliegt ein Flugzeug?

Welche große Bedeutung Prandtls Arbeiten zukommt, kann man nur ermessen, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die mathematische Physik damals nicht in der Lage war, selbst die einfachsten Fragen der Flugtechnik richtig zu beantworten. Helmholtz' skeptische Äußerungen über die Möglichkeit des Fliegens beleuchten diese Situation. Dem von Prandtl angesprochenen „alte Sinusgesetz" liegt die reduktionistische Vorstellung zugrunde, daß die Luftteilchen wie kleine Kugeln gegen die Unterseite des schräggestellten Flügels stoßen, und durch Impulsübertragung Auftrieb erzeugen. Dieser Auftrieb wächst dann wie der Sinus des Anstellwinkels, welcher ja gerade angibt, wie groß die von der Tragfläche bei diesem Winkel aus dem Luftstrom herausgeschnittene Fläche ist. Im gleichen



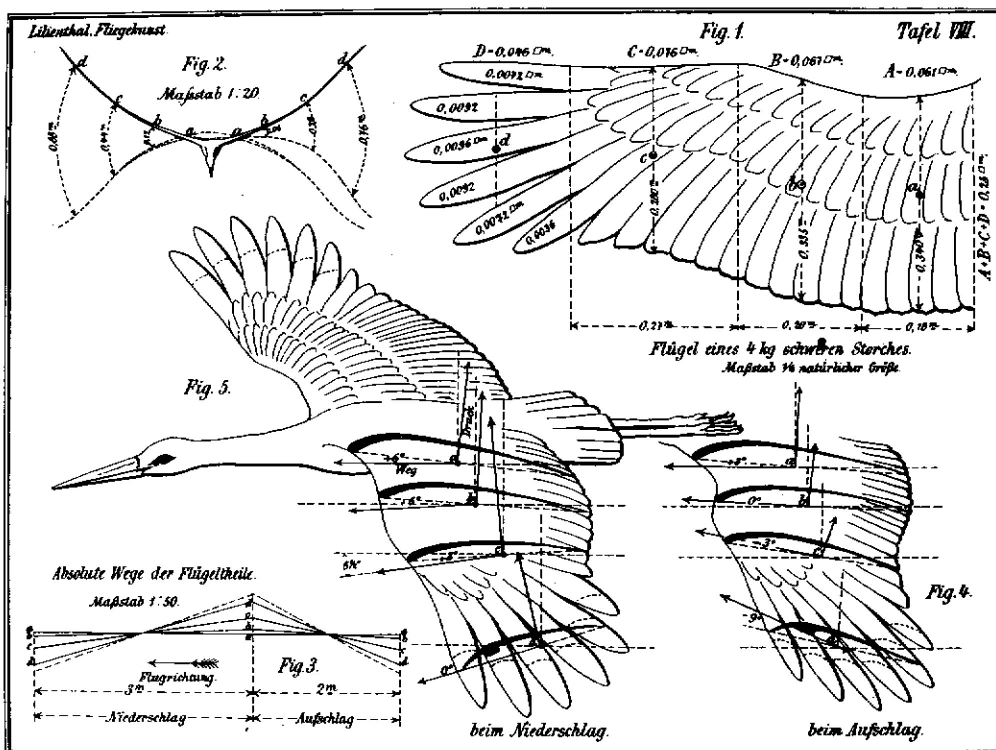
Die „Concorde" im Windkanal. Die Wirbelbildungen verweisen auf die vom Flugzeug selbst induzierten Widerstände, die durch die Flügelgestaltung konstruktiv als Auftriebshilfen genutzt werden.

Maß muß bei dieser Vorstellung jedoch auch der Luftwiderstand ansteigen, welcher die Vorwärtsbewegung hemmt.

In entsprechender Weise dachte man damals auch, man müsse die Luft mit möglichst dünnen Tragflächen „durchschneiden", um den Widerstand zu verringern. Diese Vorstellung wird jedoch von den Fischen, welche die hydrodynamischen Gesetze am eigenen Leib verspüren, nicht geteilt. Fische achten im allgemeinen weniger auf ihre schlanke Linie, als darauf, daß sie eine ganz bestimmte tropfenähnlich Form einnehmen, welche beim Durchgang durch das Wasser ein günstiges *Wirbelsystem* erzeugt. Genauso ist es mit den Vögeln. Deshalb gingen Personen wie Otto Lilienthal daran, den Vögel ihr Geheimnis durch Beobachtungen und Messungen abzulauschen, und erkannten, daß genau diese gebogene und tropfenähnliche Form für das Fliegen besonders günstig ist. Die Lilienthals veröffentlichten ihre Ergebnisse 1889 in dem Buch „Über den Vogelflug", welches 1901 von Wilbur Wright als „wonderful" gelobt wurde. Und Prandtl stellte noch 1939 fest, daß die „Güte der Messungen" der Lilienthals erst wieder „durch moderne Arbeiten am Windkanal übertroffen" wurden.

Prandtl untersuchte, in welcher Weise ein fliegendes Objekt imstande ist Arbeit zu leisten. Wie war D'Alemberts Paradox zu lösen? Mit diesem Paradox ist man konfrontiert, wenn man sich zum Fliegen in die reibungsfreie Luft erheben will, und auch derjenige, der sich auf einer spiegelglatten Eisfläche befindet. Da er an dem ihn umgebenden Medium (dem Eis) keinen Widerstand findet, keinen Haltepunkt, an dem er sich abstoßen kann, kommt er nicht vom Fleck. Auf diese Weise sollen damals viele Physik-Professoren auf dem Eise jämmerlich erfroren sein, bis ein findiger Schlittschuhläufer vorbeikam, der ihnen erklärte, wie das Paradox gelöst werden kann. Man muß nämlich *das Medium transformieren*, indem man mit dem Gewichtsdruck des Schlittschuhs die Reibung in Richtung der Kufe verringert. Relativ zu dieser verringerten Reibung in diese Richtung kann man sich nun selbst auf dem glättesten Eis nach der anderen Richtung abstoßen. Die Transformation des Mediums durch gerichtete Arbeit ist entscheidend! Genau das ist die Bedeutung des von Prandtl erforschten Wirbelsystems, wobei dieser genau die Bedeutung der für die Transformation des Mediums notwendigen Singularitäten erkannte. Beim Flugzeug besteht nämlich die dafür bedeutsame „Schlittschuhkufe" in der scharfen Hinterkante des Tragflügels.

Das Flugzeug ist durch diese Wirbelsysteme in der Lage, selbst in einer reibungsfreien Flüssigkeit Arbeit zu leisten. Prandtl unterscheidet zwei vom Flügel erzeugte Wirbelarten, sogenannte „tragende" und „abgehende" Wirbel. Die Namensgebung ist (auf Grund der geschichtlichen Entwicklung der Theorie) etwas irreführend, denn beide Wirbel „tragen" zum Auftrieb bei. Der Unterschied besteht darin, daß die abgehenden Wirbel ein kräftefreies Wirbelpaar bilden (bei dem die Wirbelelemente immer aus den gleichen Flüssigkeitselementen bestehen), während die tragenden Wirbel Kräfte aufnehmen und die Zirkulation nur aus der Bewegung der Flüssigkeit insgesamt entsteht (d.h. die einzelnen Flüssigkeitsteilchen nehmen an dem Wirbel teil, wie die Läufer der vier mal 100 m Staffel, welche eine vollständige Runde um das Stadium läuft, obwohl keiner der Läufer das tut). Der Anteil, welchen diese Wirbelsysteme größenmäßig zum Gesamtauftrieb leisten,



Zeichnung des Storchenflügels in Lilienthals Buch „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst".
– Lilienthal, 1889, Taf. VIII.

hängt von der Gestalt des Flügels (und indirekt von dem zur Verfügung stehenden Antriebsaggregat) ab. Beim konventionellen Flugzeug mit geraden Flügeln und dickem Profil dominieren die tragenden Wirbel, bei gepfeilten Flügeln und noch mehr bei Delta-Flügeln die abgehenden Wirbel den Auftrieb.

Felix Klein stimuliert den Fortschritt durch Vereinigung von Theorie und Praxis

Nach den verschiedenen Fachvorträgen entspann sich eine lebhafte Diskussion. Zuerst wurde versucht, den Stand der deutschen Luftfahrt im internationalen Vergleich zu bestimmen. Dr. Bendemann gab einen Überblick über die Leistungen der anderen Nationen und sagte dann: „Deutschland hat in diesem Wettstreit die unbestrittene Führung, soweit es die Luftschiffahrt im engeren Sinne angeht. Wenn wir von der Flugtechnik trotz der aufopfernden Verdienste eines Otto Lilienthal nicht das gleiche sagen können, so berechtigt uns eben das Bewußtsein, daß das deutsche Volk der Träger des wissenschaftlichen Geistes ist, der hier in Göttingen seine höchste Blüte findet, zu der Hoffnung, daß, wie auf so vielen anderen Gebieten, so auch in der Flugtechnik deutsche Gründlichkeit und deutsche Treue schließlich die Palme erringen werden, wenn unsere eilfertigen Nachbarn in ihrer heute unbestreitbaren Überlegenheit sich der Gefahr nicht erwehren sollten, der sie schon manches Mal erlegen sind, allzubald in einem selbstgefälligen Dilettantismus stecken zu bleiben."

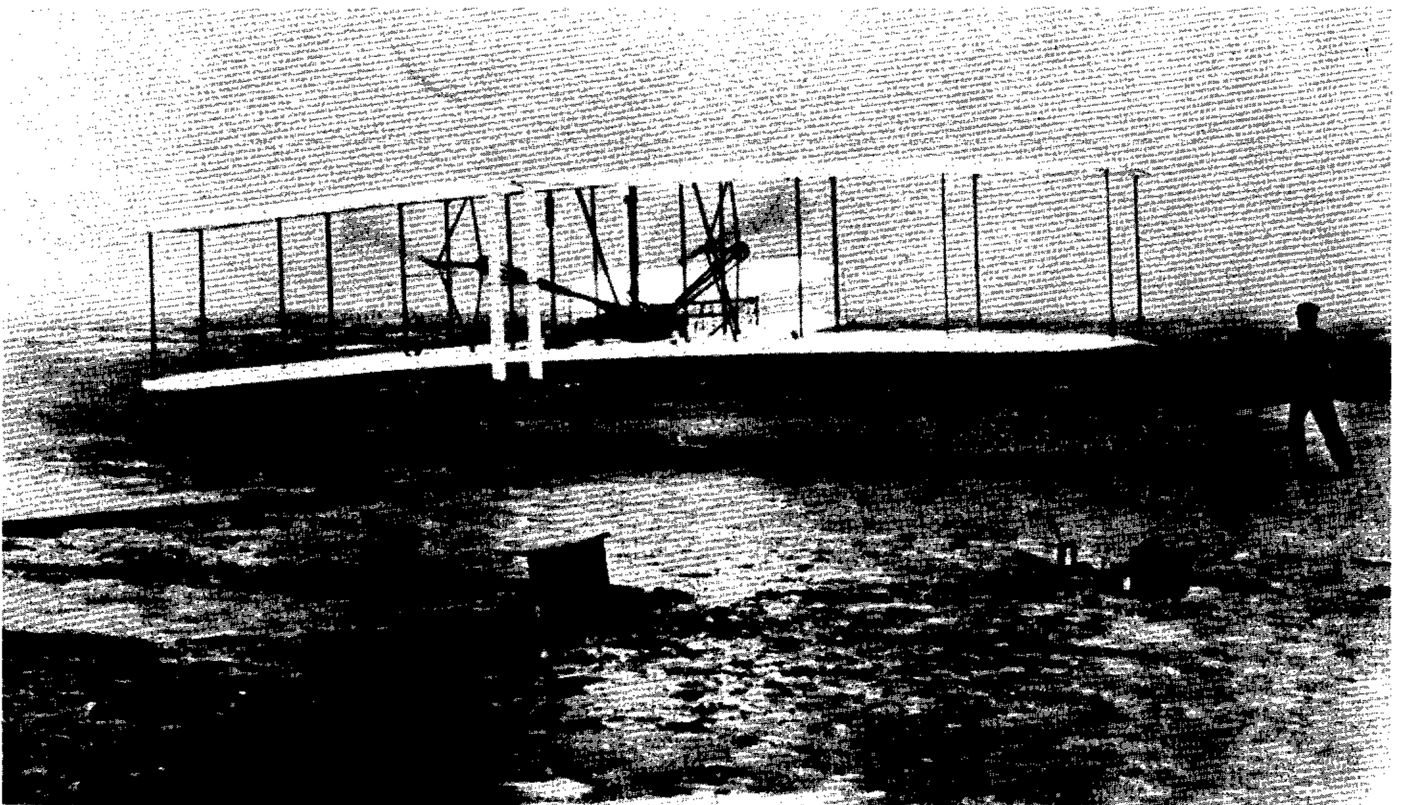
Das Ziel der deutschen Luftfahrt vor Augen, prallten nun die Meinungen aufeinander. Der in seinem eigenen Vortrag noch recht zurückhaltende Flieger August Euler meldete sich optimistisch zu Wort: „Wir Praktiker sind mit unseren Flugzeugen doch weiter, als Herr Bendemann voraussetzt, und Ihren wissenschaftlichen Arbeiten vorausgeeilt. Die bald zu erwartenden Geschwindigkeiten werden in ihren natürlichen Stabilitätsergebnissen den Wert der sehr mühevollen Arbeiten für die Feststellung der Unruhe des Windes und der Ursache und Entwicklung der Böen überholen. Wenn wir z.B., wie es in nächster Aussicht steht, einen rotierenden Motor bekommen, welcher 50 bis 60 kg schwer, im Zweitakt arbeitend 120 PS leistet, könnten meines Dafürhaltens Wind und Böen einer guten Flugmaschine sehr wenig anhaben..."

„Das, was Herr Euler der Wissenschaft vorwirft," erwiderte Felix Klein, „ist schon of gesagt worden. Die Wissenschaft arbeitet im Prinzip langsam, sie will ihre Probleme gründlich durcharbeiten. Aber trotzdem darf man vom technischen Standpunkt von ihr nicht gering denken. Denn die ganz großen Fortschritte der Technik stammen nach ihrer ersten Entstehung sehr oft von der Wissenschaft und nicht aus der Praxis..."

Darauf Professor Schütte aus Danzig: „Bei aller Hochachtung, die ich vor der Wissenschaft hege, muß ich Herrn Euler doch in dem Punkte recht geben, daß der Flieger- und Luftschiffbau in praxi der Wissenschaft weit vorausgeeilt ist. Und wenn wir solange hätten warten wollen, bis durch wissenschaftliche Untersuchungen alle die Fragen gelöst wären, die die Praxis längst gelöst hat, so wären wir heute noch nicht sehr weit..."

Schließlich schloß Felix Klein die lebhafte Diskussion folgendermaßen ab: „Übereinstimmung in den Einzelfragen ist nicht zu erzielen, sondern höchstens Fühlung; eine volle Übereinstimmung zwischen Gelehrten ist überhaupt niemals zu erreichen."

Im Sommer 1891 begann Lilienthal bei Derwitz mit Gleitflugversuchen. Hier kurz vor dem Absprung.



Erster erfolgreicher Motorflug der Brüder Orville und Wilbur Wright am 17. Dezember 1903. Der Flug dauerte ganze 12 Sekunden und hatte eine Flugweite von 36 m.

Die Entwicklung der deutschen Luftfahrttechnik verlief in den nächsten Jahren mit rasantem Tempo. Im Ersten Weltkrieg wurde das Flugzeug genau wie von August Euler vorausgesagt zur Aufklärung und als Träger für Waffen eingesetzt. In den kriegführenden Ländern stieg die Flugzeugproduktion von knapp 3000 im Jahre 1914 auf über 90 000 im Jahre 1918. Diese Produktionszahlen muß man vor dem Hintergrund sehen, daß sich erst 1903 der Flugapparat der Gebrüder Wright vom Boden erhob, und Louis Blériot erst im Jahr 1909 durch seinen waghalsigen Flug über den Ärmelkanal die technische Machbarkeit des Flugzeugs bewiesen hatte. Entscheidender als Produktionszahlen waren jedoch die erfinderischen Leistungen, welche aus den ersten „fliegenden Kisten" das moderne leistungsfähige Verkehrsflugzeug entwickelten.

Hugo Junkers, der deutsche Pionier des Luftverkehrs

Während dieser Entwicklungsperiode ist wohl die markanteste Person der deutsche Ingenieur Hugo Junkers. In einer Zeit, in welcher der Bau von Flugmaschinen das Hobby einzelner Bastler war und in welcher man bestenfalls versuchte, Vögel wie Tauben, Enten und Möven nachzubauen, entwickelte Hugo Junkers die grundlegenden Konzepte für den Flugzeugbau und den kommerziellen Luftverkehr. Junkers baute selbst unter den schwierigen Bedingungen des Versailler Vertrages mit der *Junkers F 13* das erste wirtschaftlich einsetzbare Passagierflugzeug der Welt. Anfang der 30er Jahr begann mit dem von Junkers gebauten dreimotorigen Flugzeug *Ju 52* der Massenverkehr in der Luft. Von dieser „guten Tante Ju" wurden über 5000 Exemplare gebaut. Doch diese, unter extrem ungünstigen Bedingungen erzielten wirtschaftlichen Erfolge, waren nicht die größten Leistungen von Hugo Junkers. Es waren seine weitreichenden Konzepte für den Flugzeugbau. Bereits 1910 (sieben Jahre nach dem ersten erfolgreichen Flugexperiment der Gebrüder Wright) entwarf Hugo Junkers das Modell „J 1000", ein Ganzmetall-Flugzeug für etwa 100 Passagiere, mit einer Spannweite von 70 Metern. Es ist daher auch kein Zufall, daß in den Junkers-Werken (nach Hugo Junkers Tod) mit dem *JUMO 004B* das erste Strahltriebwerk zur serienmäßigen Reife gebracht wurde.

Das Flugzeug als Verkehrsmittel

Im Jahre 1910 begann sich Hugo Junkers, der damals als Professor an der Technischen Hochschule in Aachen lehrte, ernsthaft mit der Fliegerei zu beschäftigen. Damals bauten tollkühne Pioniere der Lüfte die abenteuerlichsten Maschinen zusammen. An die Entwicklung des Luftverkehrs wurde, wenn überhaupt, eigentlich nur für militärische Zwecke gedacht. Junkers erkannte jedoch sofort die ungeheuere Bedeutung der Luftfahrt für die Entwicklung der Wirtschaft. Insbesondere für die Erschließung neuer Wirtschaftsräume mit schwacher Infrastruktur schien ihm, zu recht, das Flugzeug geeignet, weil man nicht die hohen Investionen für Gleisanlagen oder Autostraßen nötig hat. Er folgerte daraus: „Das Flugzeug kann also die Pionieraufgabe der Erschließung wirtschaftlich wertvoller, noch ungenützter Erdgebiete lösen und wird so zum Schrittmacher für Eisenbahn und Kraftwagen." Junkers begann systematisch das aerodynamische Verhalten verschiedener Flügelprofile und Konstruktionen zu studieren. Zusammen mit seinem luftfahrtbegeisterten Kollegen Professor Reißner baute Junkers einen kleinen Windkanal, der 1911 in Betieb genommen wurde und 1913 von einer größeren Anlage in der Frankenburg in Aachen ersetzt wurde. Sehr bald erkannte Junkers, daß die äußeren Verstrebungen und Verspannungen der damaligen Bauweise wegen der dadurch hervorgerufenen hohen Luftreibung nicht die für den schnellen Lufttransport notwendigen Geschwindigkeiten zuließen. Bereits am 1. Februar 1910 legte er deshalb die Patentschrift für einen „Gleitflieger mit zur Aufnahme von nicht auftrieberzeugenden Teilen dienenden Hohlkörpern" vor. Darin beschritt Junkers genau den richtigen Weg, mit dem es prinzipiell möglich wurde, die oben von Euler angesprochenen Stabilitätsprobleme des Flugzeugs zu lösen.

Der zukunftsweisende „Blechesel"

Doch bevor Junkers die Verwirklichung seiner Idee beginnen konnte, brach der Erste Weltkrieg aus und viele seiner besten Mitarbeiter wurden zum Wehrdienst eingezogen. Ende 1915 gelang ihm dennoch der Jungfernflug mit seiner ersten Maschine, der *J 1*. Es war das erste Ganzmetall-Flugzeug der Welt. Rumpf und Flügel der *J 1* waren aus Feinblech gearbeitet. Zu Versteifung entwickelte Junkers die bis auf den heutigen Tag verwendete Schalenkonstruktion, bei der eine glatte Außenhaut durch eine „Wellblech"-Innenhaut versteift wird. Junkers richtungsweisende Konstruktion wurde damals von den Fachleuten milde belächelt und als „Blechesel" abgetan. Wendige Doppel- und Dreidecker aus Stoff und Holz schienen damals das non plus ultra der Jagdflugzeuge.

Junkers selbst betrachtete sein Flugzeug als Teilerfolg. Es flog relativ sicher und für die eingebaute Motorleistung sehr schnell, aber das große Gewicht führte zu einer zu geringen Steigleistung. Genau diese wurde jedoch für die militärische Verwendung gefordert. Junkers kleines Unternehmen in Dessau, welches ohnehin bereits durch den Krieg schwer angeschlagen war, konnte nun keine weiteren Mittel für die Flugzeugentwicklung aufbringen. Junkers resignierte nicht. Er beschrieb später was er sich in dieser Situation dachte. „Man darf in einer solchen Lage nicht sagen: Wir haben eine Erfindung gemacht; sie bewährt sich nicht, wir geben auf. Wenn alles schief zu gehen scheint, kommt es auf die seelischen Kräfte an. Sie sind es immer, von denen schließlich der Erfolg abhängt. Jetzt gilt es, vor dem Hindernis nicht zurückzuschrecken, die seelischen Depressionen zu überwinden und zähe die Aufgabe weiterzuverfolgen. Das macht den wirklichen Pionier und Forscher aus. Es sind weit weniger technische als seelische Leistungen, die für den Erfolg entscheidend sind." Junkers verachtete sogenannte Erfinder, welche nicht die Verantwortung für ihre Ideen übernehmen, und sie einfach in die Hände von Unternehmern geben. Gemessen an dieser Selbstkonzeption läßt sich die Impotenz der „verantwortlichen Wissenschaftler" von heute ermessen, die wenige wirklich relevante Ideen hervor-



Im Dezember 1915 wurden die Belastungsproben des ersten Ganzmetall-Versuchsflugzeuges von Junkers, der Junkers J 1, durchgeführt. Im Bild die J 1 („Blechesel“) kurz vor dem Versuchsflug.

Bringen, geschweige denn verwirklichen, und ihre ganze Verantwortlichkeit nur darin sehen, die Verwirklichung der Ideen anderer zu unterdrücken.

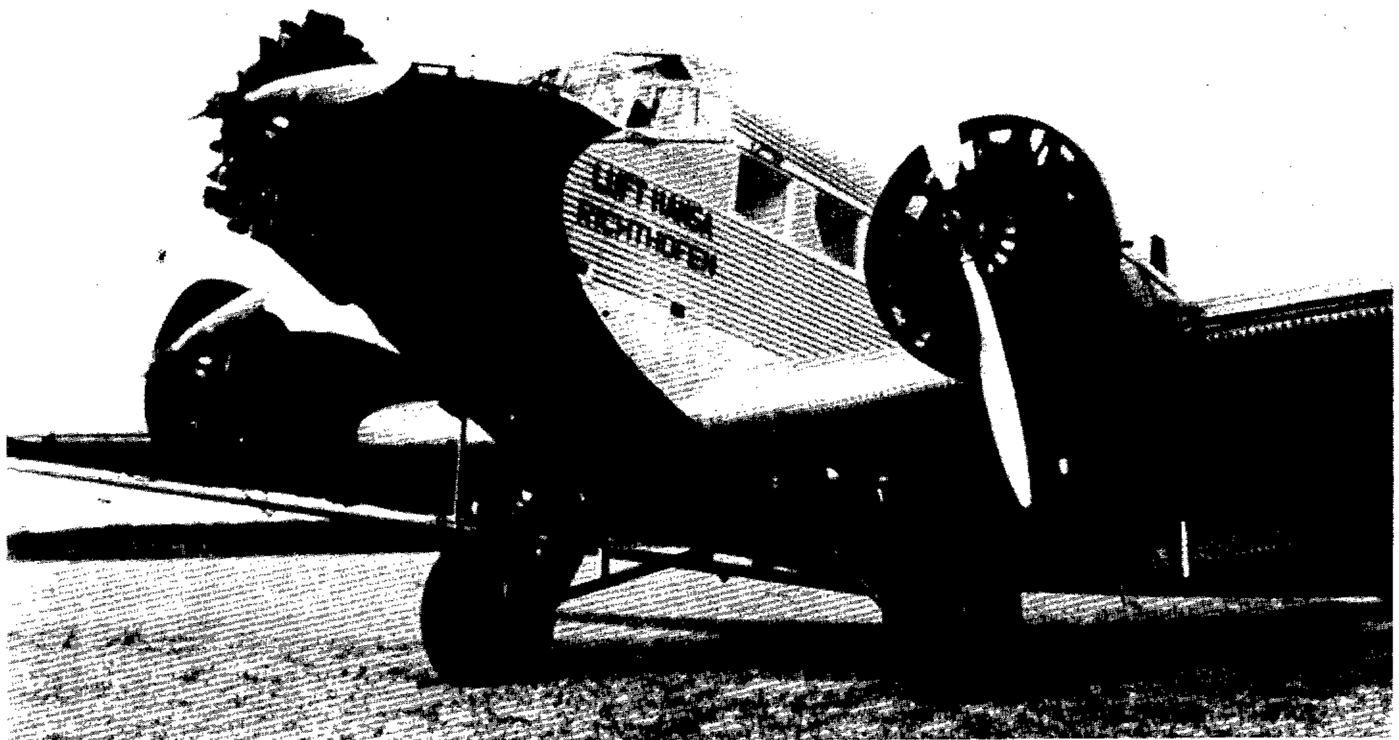
Junkers entschloß sich, um das Gewicht seines Flugzeugs zu verringern, den neu entwickelten und im Luftschiffbau bewährten Leichtmetall-Werkstoff Duraluminium einzusetzen. Weil sich Duraluminium nicht verschweißen ließ und deshalb alle Verbindungen durch Nietung hergestellt werden mußten, waren neue Bauformen und umfangreiche Forschungsarbeiten notwendig. Kaum hatte Junkers jedoch mit seinem Leichtmetallflugzeug *J 3* begonnen, da hatte das Militär erkannt, daß Junkers „Blechesel“ im Grunde genommen ein respektables „Eisenflugzeug“ war, welches zu einem „gepanzerten Infanterieflugzeug“ oder „fliegenden Panzer“ weiterentwickelt werden sollte. Im Jahr 1916 entstand deshalb innerhalb von vier Monaten die *J 4*, bei welcher die Besatzung und der Brennstoff in einer 4 mm dicken Panzerwanne untergebracht waren. Von dieser Maschine wurden über 200 Stück gebaut. Junkers Fabrik kam dadurch wieder wirtschaftlich auf die Beine. Trotzdem entwickelte sich sein Unternehmen nicht zu einer „normalen“ Produktionsstätte. Für Junkers bedeutete Produktion immer das Schaffen von völlig neuen Produkten auf neue Weise. Er handelte nach seinem Motto: „Wo ich in meinem Werk eine Organisation aufkommen sehe, da schlage ich sie zusammen“, damit für Neuerungen keine Hindernisse entstehen können. Der amerikanische Automagnat Ford soll anläßlich eines Besuch in Junkers Werk gesagt haben: „Das ist ja eine Forschungsstätte und keine Fabrik!“

Junkers war nach den wirtschaftlichen Erfolgen mit dem „Panzerflugzeug“ in der Lage, seine Arbeiten am Leichtmetall-Flugzeug in seiner Dessauer Forschungsanstalt fortzusetzen. Daraus entstanden 1917 die Hochleistungsflugzeuge *J 9* und *J 10*, von denen eine kleine Anzahl zur Aufklärung eingesetzt wurde.

Die erste wirtschaftlich fliegende Verkehrsmaschine

Nach Kriegsende war den Deutschen der Bau von Kriegsflugzeugen verboten. Doch bereits im Januar 1919 begann Junkers in Dessau mit der Entwicklung des ersten zivilen Verkehrsflugzeugs der Welt. Es war die einmotorige *Junkers F 13*, welche als freitragender Ganzmetall-Tiefdecker, eine direkte Weiterentwicklung der *J 10* war. Das Flugzeug besaß hinter den offenen Führersitzen eine völlig geschlossene Passagierkabine für bis zu fünf Passagiere und einen kleinen Gepäckraum. Das Flugzeug besaß zum ersten Mal eine Doppelsteuerung, welche es den beiden Piloten erlaubte, sich während des Fluges abzuwechseln. Bereits im September ereichte eine *F 13* mit acht Personen eine Flughöhe von 6750 Metern, das war Weltrekord. Das erste Verkehrsflugzeug der Welt war aus der Taufe gehoben.

Die Serienfabrikation der *F 13* hatte noch nicht begonnen, da wurde durch den Artikel 201 des gerade unterzeichneten Versailler Diktats Deutschland der Bau und die Einfuhr von Luftfahrzeugen, Flugmotoren und sämtlichem Zubehör verboten. Im Juni 1920 wurde entschieden, daß der Beginn der Dreimo-



Im Jahr 1932 wurde die dreimotorige Junkers Ju 52 („Tante Ju") in Dienst gestellt. Nach den Grundsätzen strenger Wirtschaftlichkeit und Sicherheit konstruiert, wurde sie wegen ihrer Zuverlässigkeit und Wandlungsfähigkeit neben der DC 3 zum bekanntesten Flugzeug der 30er Jahre.

natsfrist erst festgelegt werden sollte, wenn Deutschland allen Ablieferungspflichten nachgekommen sei. Am 1.2.1922 wurde endlich bekanntgegeben, daß die Dreimonatsfrist nun zu laufen begonnen habe. Nach Ablauf der Frist wurde der Flugzeugbau in Deutschland weiterhin stark reglementiert. Die in Deutschland gebauten Maschinen durften nicht höher als 4000 Meter und nicht schneller als 170 km/h fliegen. Nutzlasten von mehr als 600 kg waren nicht erlaubt, etc. Dennoch konnte weder der Erfolg der *F 13* noch Junkers Entwicklungsarbeiten an größeren Verkehrsflugzeugen völlig abgewürgt werden. Bereits 1920, vor Inkrafttreten des Bauverbots, wurden schnell 73 Maschinen gebaut. Als 1922 der Bau von Flugzeugen völlig unterbunden war, wurden bei Junkers Leichmetall-Boote, Blechschränke und Heizkörper gebaut, um die Fachkräfte beisammenzuhalten. Schließlich baute Junkers in Fili bei Moskau eine Flugzeugfabrik, in dem ein zweisitziges Aufklärungsflugzeug *J 21* (Junkers erster Hochdecker) hergestellt wurde. Junkers beschäftige in diesem Werk einen Ingenieur, der uns heute als einer der bedeutendsten Flugzeugkonstrukteure der Sowjetunion bekannt ist: A. N. Tupolew.

Die *F 13* entwickelte sich zum beliebtesten Flugzeug vieler kleiner Fluggesellschaften, wie sie sich jetzt überall gründeten. Das Flugzeug wurde laufend verbessert und erreichte schließlich mit dem von Junkers entwickelten 310 PS starken *L 5*-Motor eine Spitzengeschwindigkeit von 205 km/h (eine etwas verbesserte Version der *F 13*; die *W 33* überquerte 1928 erstmals den Atlantik in Ost-Westrichtung). Diese Geschwindigkeit und die Betriebssicherheit machten das Flugzeug zum wirtschaftlichen Konkurrenten aller anderen Verkehrsmittel.

Junkers beteiligte sich bereits 1920 an einem Luftverkehrsunternehmen und gründete Ende 1921 eine eigene Gesellschaft, die spätere Junkers-Luftverkehr-A.G. An der Entwicklung dieser Gesellschaft läßt sich der Aufschwung der zivilen Luftfahrt abverfolgen. Von 1923 bis 1925 erhöhte sich die Anzahl der beförderten Personen von 26 000 auf fast 94 000, die Frachtmenge verzehnfachte sich von 67 Tonnen auf 657 Tonnen. In den 5 Jahren von 1921 bis 1926 legten allein die 60 *F 13*-Maschien in Junkers-Luftverkehr-A.G. 15 Millionen Flugkilometer zurück. Aus dem Nervenkitzel einiger wagemutigen Amateure war, genau wie Junkers es von Anfang an erstrebt hatte, ein zukunftsweisender Wirtschaftssektor geworden.

Die „Tante Ju" kommt

Vor allem gab das schnelle Anwachsen des Luftverkehrs Junkers die Basis für weitere Entwicklungsarbeiten. Bereits 1923 hatte er mit dem dreimotorigen *G 24* ein Passagierflugzeug für 11 Personen gebaut. Im Jahr 1925 macht sich Junkers nun daran, sein Konzept für eine Maschine für 100 Passagiere, die schon durch den Namen in die Zukunft weisende *J 1000*, zu entwickeln. Junkers strebte ein Nurflügelflugzeug an. Dabei sollten die 100 Passagiere und die Besatzung im 2 Meter dicken Flügelmittelteil untergebracht werden. Küche, Speiseräume und Aussichtsräume waren vorgesehen. Die Reichweite des Flugzeugs sollte 2500 km betragen. Doch wieder wurde Junkers Projekt zunichte gemacht. Wirtschaftliche Schwierigkei-

ten, vor allem mit dem Werk in Rußland, zwangen ihn zum Verkauf seiner Luftfahrt A.G. An die Realisierung des Großflugzeugs war nicht mehr zu denken.

Im Jahr 1928 nahm Junkers sein nächstes Projekt in Angriff; ein Verkehrsflugzeug für 42 Passagiere und große Reichweiten. Zwei Exemplare dieses Flugzeugs mit der Bezeichung *G 38* wurde gebaut. Der erstmals verwendete „Junkers-Doppelflügel" dieser Maschine hatte eine Spannweite von 44 Metern. Eines dieser viermotorigen Flugzeuge diente 10 Jahre im Luftverkehr, bis es 1943 bei einem Bombenangriff auf den Athener Flughafen zerstört wurde. Anfang der 30er Jahre nahm Junkers dann wieder die Entwicklung eines Großprojekts auf. Er strebte den Bau eines Passagierflugzeugs für 300 bis 400 Fluggäste an mit einer transatlantischen Reichweite von 6000 km.

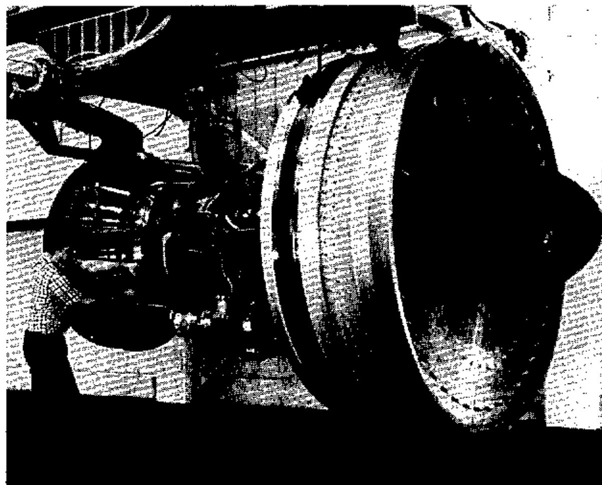
Die wirtschaftliche Basis seines Unternehmens sollte indessen ein Flugzeug sichern, mit dem der Frachtverkehr massiv ausgeweitet werden konnte. Ein billiges, absolut sicherer und leicht zu wartendes Flugzeug sollte entstehen. Das Ergebnis war eine Maschine mit der Bezeichnung *Ju 52/3m*. Sie flog erstmals im April 1931 und bereits 1932 wurde die erste Serie ausgeliefert. Gute Flugeigenschaften, besonders bei Schlechtwetter und Blindflug, machten die *Ju 52* bald zum beliebtesten und wirtschaftlichsten Flugzeug der Fluggesellschaften. Insgesamt wurden 5000 Exemplare davon gebaut (diese Produktionszahl wird bis zum heutigen Tag nur von der DC-3 übertroffen). Hugo Junkers erlebte nur noch den Anfang dieser Massenproduktion. Nachdem er 1934 von der nationalsozialistischen Regierung im „Dritten Reich" enteignet und aus seinen Forschungs- und Produktionsstätten vertrieben worden war, starb er 1935.

Das Strahltriebwerk: in Rekordzeit zur Serienreife

Junkers leistete auch eine Schrittmacherfunktion bei der Motorenentwicklung für die Luftfahrt, die auch nach seinem persönlichen Ausscheiden weiterhin aufrechterhalten wurde. In den Junkers-Werken wurde von Anselm Franz unter den erschwerten Bedingungen des Krieges der *JUMO 004* entwickelt und somit das erste Strahltriebwerk zur Serienreife gebracht. Der von Junkers entwickelte wassergekühlte Schwerölmotor *L 5*-Reihenmotor wurde bereits erwähnt. Er wurde im Zeitraum zwischen 1924 und 1925 entwickelt, weil damals die Begriffsbestimmungen des Versailler Diktats etwas gelockert wurden. Nach einigen Verbesserungen und einer Leistungssteigerung auf 425 PS wurde der *L 5* zum zuverlässigsten und sichersten Flugmotor der zwanziger Jahre. Der *L 5* bildete das wirtschaftliche Rückgrat der 1923 gegründeten Junkers Motorenbau GmbH, genannt *JUMO*. Ein weiterer qualitativer Schritt wurde mit dem *JUMO 211* gemacht. Junkers begann 1931 mit seinem Chefingenieur Otto Mader mit der Entwicklung eines völlig neu konzeptionalisierten Flugzeugmotors, welche die Möglichkeiten moderner hochlegierter Werkstoffe und neuer Verarbeitungsmethoden berücksichtigte. Anfang 1934 war daraus der zwölfzylindrige 20 Liter-Motor *JUMO 210* mit 680 PS Leistung entstanden. Aus einer maßstabsgetreuen Vergrößerung auf 35 Liter Hubraum entstand der meistgebaute deut-

Zeittafel für die Entwicklung der Luftfahrt

1783 Erstmaliger Aufstieg eines Heißluftballons der Gebrüder Montgolfier.
1881 Hermann Ganswindt trägt seine Idee eines „Weltenfahrzeugs", welches zum Start mit einem Luftschiff oder Hubschrauber an die Atmosphärengrenze geschleppt werden soll, öffentlich vor.
1884 Das erste steuerbare Luftschiff „La France" fliegt gegen schwachen Wind zum Startplatz zurück.
1889 Otto Lilienthal veröffentlicht „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegerkunst".
1896 Otto Lilienthal stürzt nach über 2000 Gleitflügen tödlich ab.
1900 Der erste Zeppelin steigt vom Bodensee auf.
1903 Erster erfolgreicher Motorflug der Brüder Wright
1904 Ludwig Prandtl veröffentlicht seine Grenzschicht-Theorie an der Oberfläche umströmter Körper.
1909 Louis Blériot überfliegt den Ärmelkanal.
1915 Junkers baut das erste Ganzmetall Flugzeug „J 1".
1919 Erstflug von Junkers „F 13", dem ersten Passagierflugzeug der Welt.
1927 erste Atlantiküberquerung von New York nach Paris von Charles Lindbergh.
1928 Hermann Köhl, Hünefeld und Fitzmaurice überqueren mit ihrer Junkers „W 33" erstmal den Atlantik in Ost-Westrichtung
Explosion des Zeppelins „Hindenburg" in Lakehurst.



1939 Das erste Düsenflugzeug „He 178" fliegt.
1952 Die britische Fluggesellschaft BOAC stellt das erste Strahlflugzeug für den Passagierverkehr in Dienst.
1962 Frankreich und England beschließen den Bau der „Concord".
1968 Erstflug des sowjetischen Überschall-Zivilflugzeugs „Tu-144".
1969 Erstflug der „Concord".
1981 Erster Start des Space Shuttles.

sche Flugzeugmotor *JUMO 211*, der ursprünglich 900 PS leistete und im Verlauf der Zeit bis auf 1600 PS verbessert wurde. Insgesamt wurden über 65 000 Exemplare dieses Motors hergestellt.

Die Entwicklung des Strahltriebwerks wurde im Juli 1939 von einer kleinen Gruppe begonnen, welche ausdrücklich angewiesen wurde, die unter Einsatz aller verfügbaren Mittel laufende Entwicklung und Produktion von Kolbenmotoren nicht zu stören, da mit einem Einsatz von Strahltriebwerken vor Kriegsende nicht mehr gerechnet wurde. Daß die Entwicklung unter diesen einschränkenden Bedingungen dennoch erfolgreich verlief, lag an dem hohen Niveau der Ingenieurskunst bei Junkers, mit welcher es gelang, ein riskantes und gleichzeitig realistisches Programm zu verfolgen. Man verzichtete von vorneherein bewußt darauf, die maximalen Möglichkeiten eines solchen Triebwerks auszuloten, sondern steuerte direkt auf ein unter realistischen Bedingungen funktionierendes Vollmodell zu. Dieses war der *JUMO 004A*, welcher dann unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Bedingungen, insbesondere bezüglich der minimalen Verwendung von „Sparstoffen" in ein serienreifes Modell *JUMO 004B* weiterentwickelt wurde.

Die Entwicklung verlief folgendermaßen: Die Konstruktionen begannen im Herbst 1939. Im Frühjahr 1940 war der Entwurf fertig und bereits am 11. Oktober 1940 begannen die Testläufe auf dem Prüfstand. Im Dezember 1940 wurde erstmals die vorgesehene Volldrehzahl von 9000 U/min erreicht und im Januar ein Schub von 430 Kp, d.h. annähernd die Hälfte der ursprünglich geplanten 910 Kp. Schwingungsbrüche in den Verdichterleitschaufeln machten eine etwa halbjährliche Unterbrechung der Prüfstandarbeiten notwendig. Doch bereits Ende 1941 Anfang 1942 wurden 1000 Kp Schub erreicht und die Betriebssicherheit des Triebwerks im 10-Stundenlauf getestet. Am 15. März flog das erste mit einem *JUMO 004A* angetriebene Flugzeug. Im Sommer 1943 begann die Erprobung des für die Großserie umgestalteten *JUMO 004B* und Anfang 1944 begann die Produktion in Großserie. Insgesamt wurden 6000 Strahltriebwerke fertiggestellt, welche vor allem in den Düsenjäger *Me 262* eingebaut wurde, der aufgrund seiner überlegenen Geschwindigkeit von 850 km/h selbst bei der damals aussichtslosen Luftunterlegenheit erstaunliche Erfolge bei der Abwehr von Bomberverbänden aufweisen konnte.

Mit der Entwicklung des Strahltriebwerks und der gleichzeitigen Verwirklichung der Flüssigkeitstriebwerke für Fernraketen, war nun eine unmittelbare Verbindung von Luft- und Raumfahrt möglich, die weit über das hinausging, was sich selbst Hermann Ganswindt vorgestellt hatte. Diese innige Verbindung hat Eugen Sänger bereits 1929 in allen wesentlichen Einzelheiten vorausgesehen.

Eugen Sängers Reise auf dem Lichtstrahl

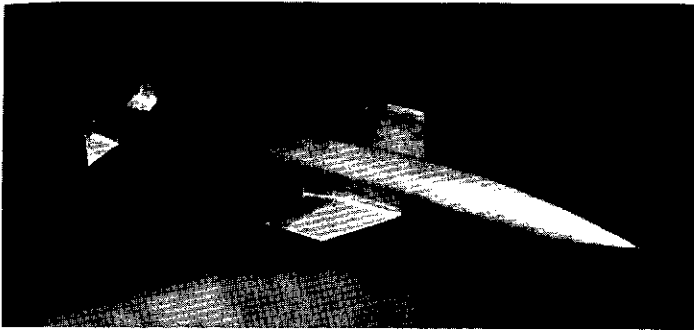
Heute ist das modernste „Flugzeug" das Space Shuttle, und es befinden sich bereits Passagierflugzeuge in der Entwicklung, mit denen man bald jeden Ort der Erde innerhalb von Minuten erreichen kann. Der geistige Vater des Space Shuttle und dieser „Stratosphärenflugzeuge" ist Eugen Sänger. Nach dem Zweiten Weltkrieg ging die technische Vervollkommnung von

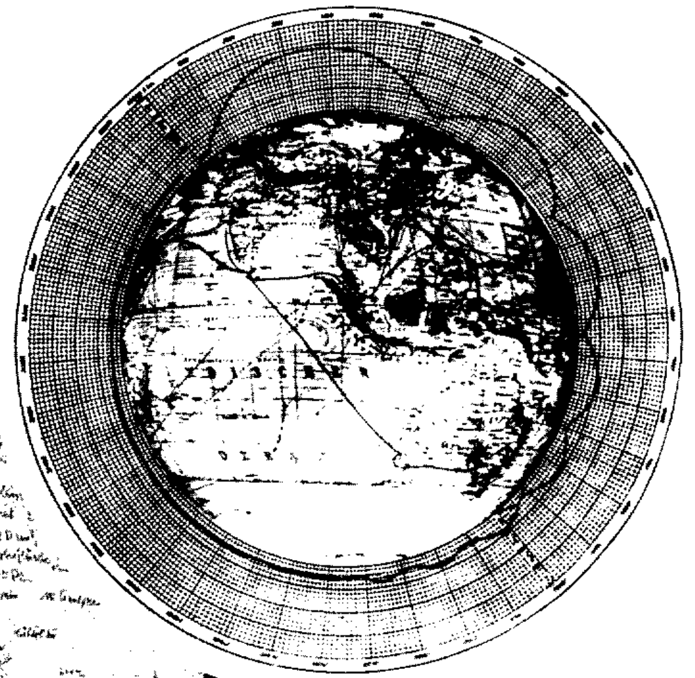


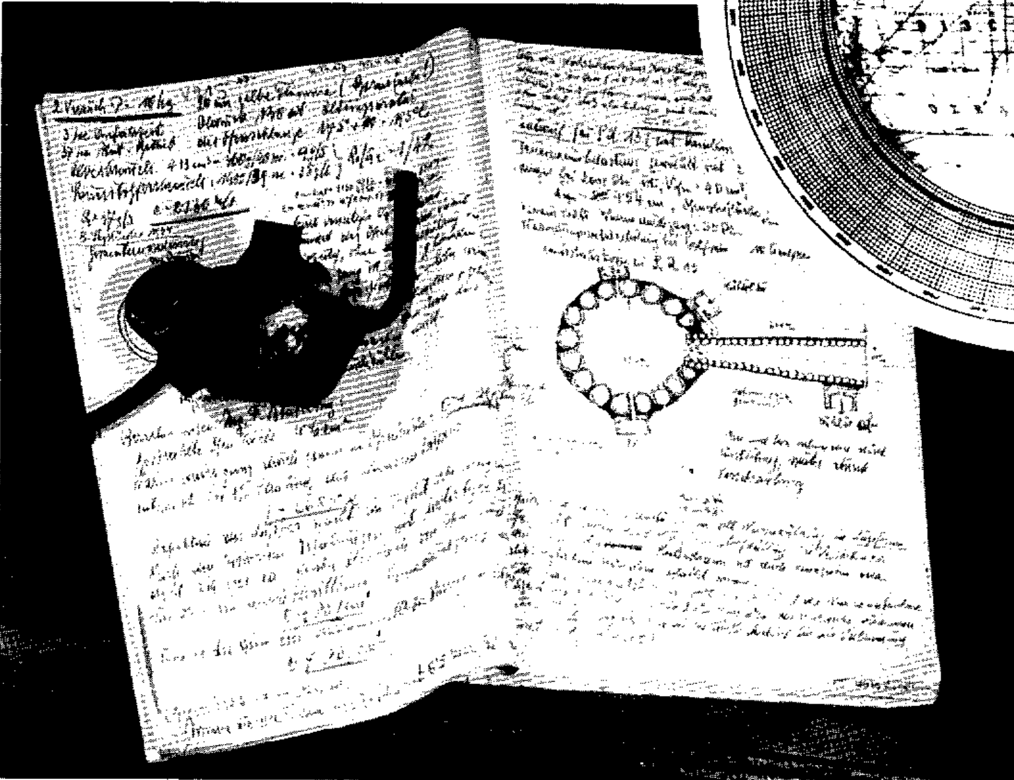
Eugen Sänger (1905–1964)

Strahltriebwerken so zügig voran, daß Eugen Sänger 1958 in seinem Buch „Raumfahrt — technische Überwindung des Krieges" die Fortsetzung dieses Trends voraussagen konnte. „Mit ziemlicher Sicherheit ist in der ersten Hälfte des nächsten Jahrzehnts mit Turbinenstrahl-Überschall-Verkehrsflugzeugen zu rechnen. Diese Annahme deckt sich mit den Nachrichten, daß solche Verkehrsflugzeuge bereits auf den Reißbrettern amerikanischer, russischer, englischer und französischer Luftfahrtindustrien entstehen." Damit war das heute im Linienverkehr eingesetzte Flugzeug *Concord* gemeint. „In die weitere Zukunft blickend," erklärte Sänger, „darf man unter Voraussetzung der weiteren Kontinuität der Entwicklung, um 1970 mit dem Auftauchen von Staustrahlverkehrsflugzeugen mit Flugmachzahlen über 5 rechnen, weiter mit Raketen-Fernverkehrsflugzeugen mit Geschwindigkeiten bis 28000 km/h."

Eugen Sänger sah in dieser Entwicklung die größte Hoffnung für den Weltfrieden: „Dieses dichte und schnelle Überschall-Weltluftverkehrsnetz hat zur Voraussetzung und bewirkt selbst eine wesentliche Zunahme der internationalen wirtschaftlichen, wissenschaftlichen und politischen Verflechtungen und Zusammenarbeit. Durch die bis dahin unvorstellbar häufige und regelmäßige Kontaktmöglichkeit zwischen erheblichen und wesentlichen Teilen der Gesamtmenschheit werden Mißtrauen und Mißverständnisse in größtem Umfang abgebaut werden. Wenn einst Goethe den Ausbau des deutschen Eisenbahnnetzes als wirksamsten Motor für die politische Einigung Deutschlands ansah, so dürfen wir mit derselben Sicherheit diesen Ausbau der Luft- und Raumfahrt als







Links oben: Sängers „Silbervogel", ein Modell für einen Raumgleiter; daneben die „Hupfbahnen" des Stratosphärenflugzeugs über der Erde. Darunter: Seiten aus den Tagebüchern Eugen Sängers aus dem Jahr 1934 mit Konstruktionszeichnungen von Raketenbrennkammern und Pumpen.

wirksamsten Antrieb zur politischen Einigung der Menschheit bezeichnen."

Für Eugen Sänger war dies ein praktisches Ziel, das es technisch zu verwirklichen galt. Deshalb arbeitete es in den Jahren 1961 bis 1964 für die Firma *Junkers* Flugzeug- und Motorenwerke „Vorschläge zur Entwicklung eines Europäischen Raumflugzeugs" aus und erhielt daraufhin Anfang 1963 die Projektleitung der Gruppe „Raumtransporter" bei EUROSPACE. Diese Entwicklungsarbeiten wurden zwar in Europa nicht unmittelbar verwirklicht, sie sind der Eckstein des erst Anfang der 80er Jahre verwirklichten amerikanischen Space Shuttles. Eigentlich entstand das Space Shuttle jedoch schon viel früher in Sängers Leben.

Sängers „Lebensprogramm"

Eugen Albert Sänger wurde am 22. September 1903 im böhmischen Preßnitz geboren. Im Jahre 1919 schenkte ihm sein Physiklehrer den Roman „Auf zwei Planeten" von Kurd Laßwitz. Diese Buch weckte sein Interesse für die Raumfahrt. Als Sänger dann während seines Studiums an der Technischen Hochschule in Graz Hermann Oberths Schrift „Die Rakete zu den Planetenräumen" kennenlernte, lenkte er sein Studium des allgemeinen Bauwesens in die Richtung von Luftfahrt und Flugzeugbau. Sänger war von den Ideen Oberths begeistert, aber er übernahm sie nicht einfach, sondern entwickelte ein eigenes Konzept für die Verwirklichung der Luft- und Raumfahrt. Im Gegensatz zu Oberth wollte Sänger nicht direkt zur ballistischen Trägerrakete übergehen, sondern die Luftfahrt kontinuierlich zur Raumfahrt entwickeln.

Eugen Sänger legte als junger Mann sein „Lebensprogramm" fest und notierte es in Stichpunkten. In späteren Jahren gab er sich immer Rechenschaft darüber, welche Ziele dieses Programms er mittlerweile „abgehakt" hatte. Die ersten derartigen Notizen in seinem Nachlaß stammen aus dem Jahr 1929. Dort zeichnet er die folgende Entwicklung auf: „Stratosphärenflugzeug — Raumboot — Außenstation — Planetenschiff — Raumschiff". Unter dem Stratosphärenflugzeug verstand er das Konzept eines Flugzeugs, wie es erst seit wenigen Monaten wieder durch Entwürfe wie das britische „Hotol" und die entsprechenden japanischen und deutschen Projekte ins öffentliche Interesse gerückt sind. Unter „Raumboot" verstand er ein Fahrzeug vom Typ des amerikanischen „Space Shuttles". Auch die ersten Außenstationen, wie sie sich Sänger vorgestellt hatte,

wurden bereits mit dem amerikanischen „Skylab" und den sowjetischen Stationen „Saljut" und „Mir" verwirklicht. „Planetenschiffe" und „Raumschiffe" gibt es heute noch nicht.

In Aufzeichnungen zu einem 1929 geplanten Buch mit dem Titel „Kosmotechnik" finden sich bei Eugen Sänger neben der Beschreibung von chemischen Flüssigkeitsraketen bereits Notizen zu „Radium-Raketen" und „Röntgen-Raketen". Radium-Raketen würde man heute als kernchemisch betriebene Raumfahrzeuge bezeichenen. Unter Röntgen-Raketen, oder wie Sänger später sagte, „Photonen-Raketentriebwerke" muß man sich heute mit Laserantrieb ausgestattet Raumfahrzeuge vorstellen.

Dem Konzept seines Entwicklungsplans entsprechend veröffentlichte Eugen Sänger 1933 sein Buch „Über Bau und Leistung der Raketenflugzeuge". Es schlug darin ein Flugzeug vor, welches 10 000 km/h, also etwa die zehnfache Schallgeschwindigkeit, erreichen, und in einer Höhe von 60 bis 70 km fliegen sollte. Ein Jahr später veröffentlichte Sänger genaue Flugbahnberechnungen für ein derartiges Flugzeug. Später verfeinerte er diese Berechnungen, und entwickelte eine Theorie des erdnahen Raumflugs mit minimalem Brennstoffverbrauch. Er erkannte nämlich den Vorteil des sogenannten „Hüpf-Flugs", wobei das Flugzeug auf dem oberen Rand der Atmosphäre wie ein flacher Kieselstein über das Wasser hüpft. Sänger berechnete, daß auf diese Weise gegenüber einem rein aerodynamischen Abstieg die mehrfache Reichweite erreicht werden kann.

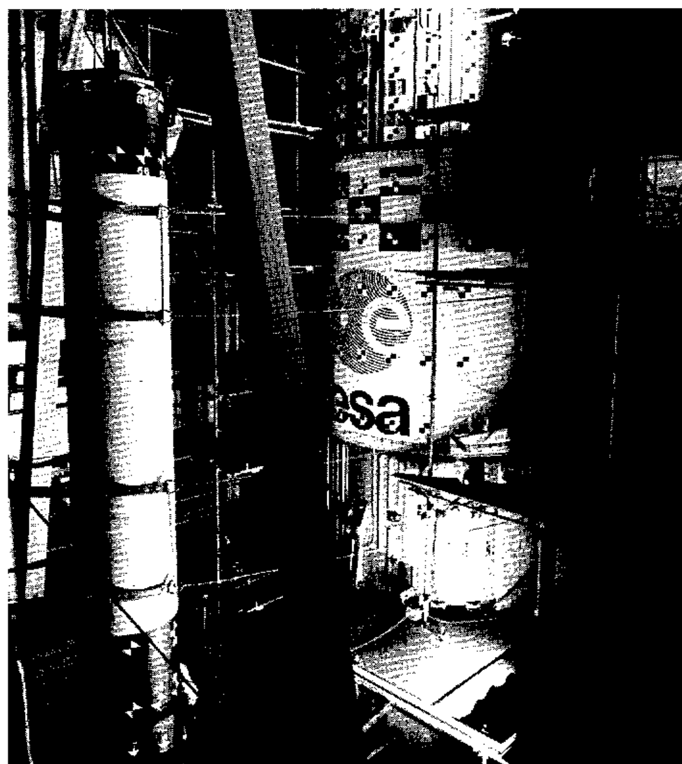
Strahl- und Staustrahltriebwerke

Sänger stellt jedoch auch fest, daß der größte Unsicherheitsfaktor in seinen Rechnungen daher rührte, daß der Wissensstand über die mögliche Leistungsfähigkeit von Raketentriebwerken damals völlig unzureichend war. Deshalb begann er selbst mit Modellversuchen. Er war damals Assistent am Institut für Baustoffkunde der TH Wien und richtete sich auf eigene Faust einen Versuchsstand ein. Dort realisierte er mit seinen kleinen Brennkammern Schübe bis zu 30 kp, Brennkammerdrücke von etwa 50 at, Auspuffgeschwindigkeiten bis zu 3000 m/sec und Betriebszeiten von 26 Minuten. Die langen Betriebszeiten erreichte Sänger unter anderem durch die von ihm entwickelte regenerative Eigenkühlung, bei welcher der Treibstoff vor dem Eintritt in die Brennkammer zur Kühlung der Kammer verwendet wird. Für dieses Konzept erwarb er ein österreichisches Patent.

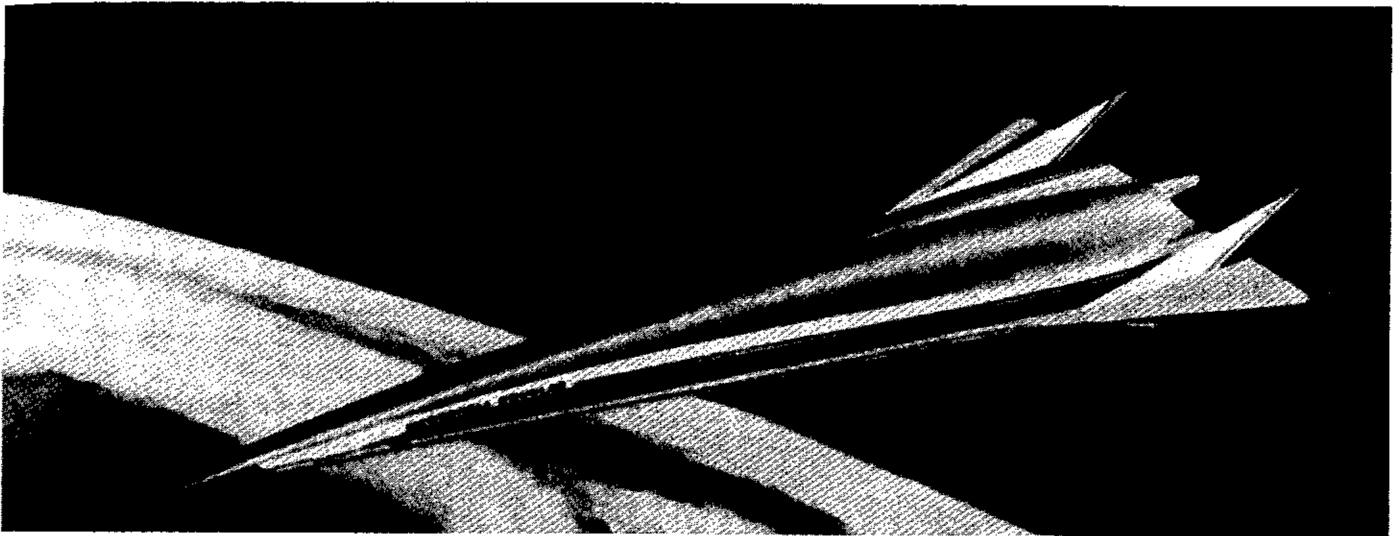
Trotz dieser Anfangserfolge erlebte Sänger nun schwere Zeiten. Seine Assistentenstelle an der TH Wien mußte er räumen, und ihn plagten die Schulden, welche noch durch die Eigenfinanzierung seines Buches „Über Bau und Leistung der Raketenflugzeuge" hatte. „... Trotzdem, meine Silbervögel werden fliegen" schrieb er damals, im März 1935, voll Zuversicht in sein Tagebuch. Genau wie Hermann Ganswindt konnte er den Flug seiner „Silbervögel" nicht mehr erleben, doch er hatte recht: heute fliegen sie!

Bald besserte sich Sängers Lage wieder. Anfang 1936 wurde er von der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt mit der Planung eines raketentechnischen Forschungsinstituts und dem Entwurf eines Forschungsprogramms für Flüssigkeitsraketen beauftragt und konnte nun für einige wenige Jahre relativ gut arbeiten. Neben dem Bau eines großen Teststands in der Lüneburger Heide nahm Sänger Versuche mit dem neuartigen Hochtemperatur-Staustrahltriebwerk auf. Diese Versuche wurden 1944 wegen Treibstoffknappheit eingestellt. Doch nach dem Krieg baute Sänger in Frankreich, wo er damals als beratender Ingenieur lebte, das Staustrahl-Versuchsflugzeug „Griffon".

Das Grundprinzip des Staustrahltriebwerks wurde bereits 1913 von René Lorin entdeckt. Das Triebwerk besteht aus einer Druckkammer mit einer Öffnung nach vorne und einer nach hinten. Bewegt sich diese Kammer schnell durch die Luft, so wird die in die Kammer einströmende Luft relativ zur Kammer verzögert und zu höherem Druck aufgestaut. Diese Druckerhöhung wirkt auf die vordere Wand und erzeugt einen nach vorne gerichteten Schub. Der gleiche Druck würde natürlich auch nach hinten wirken und den Vorwärtsschub wieder aufheben. Das muß man verhindern. Der Trick besteht nun darin, die hintere Wand „herauszunehmen". Das erreicht man, indem man die in die Kammer eingeströmte Luft so stark erhitzt, d.h. ihr Volumen vergrößert, daß die Ausströmgeschwindigkeit am hinteren Ende der Kammer größer wird als die Einströmgeschwindigkeit an der vorderen Öffnung. Um das Triebwerk in der Praxis zu verwirklichen, müssen natürlich verschiedene hydrodynamische Prozesse raffiniert ausgenützt werden. Vor allem kommt es darauf an, die in der Einströmöffnung entstehenden Stoßwellen geschickt zu fokussieren. Der Vorteil des Staustrahltriebwerks besteht darin, daß es im Gegensatz zum Turbinentriebwerk keine im Gasstrom bewegenden Komponenten benötigt. Andererseits ist der Wirkungsgrad bei niedrigen Fluggeschwindigkeiten sehr gering. Für



Erste Stufe der europäischen Trägerrakete Ariane 3.



Zeichnung eines Überschallflugzeugs, der „neue Orientexpress", der die Strecke New York-Tokio in zwei Stunden bewältigen würde.

Hyperschallflugzeuge mit fünf- oder gar zehnfacher Schallgeschwindigkeit ist es genau das richtige.

Fliegen mit Licht

Im Jahre 1953 griff Sänger wieder seine Idee der Photonenrakete von 1929 auf und entwickelte eine systematische Entwicklungslinie für dieses Konzept mit den drei Stufen: 1) partielle Photonenraketenantriebswerke wie photonische Kernspaltungsrakete (Fissionsrakete), 2) reine Photonenraketentriebwerke, bei denen die gesamte Treibstoffmasse in gerichtete elektromagnetische Strahlung überführt wird und 3) Photonen-Staustrahl-Triebwerke, die einen Teil der erforderlichen Treibstoffe in Form interstellarer Materie aus der Umgebung entnehmen.

Sänger war von der Notwendigkeit interstellarer Raumfahrt überzeugt. „Innerhalb unseres Sonnensystems erwartet die raumfahrende Menschheit nur eine kleine, ungastliche Welt, die gegebenenfalls zur Ansiedlung gewisser Laboratorien und Industrien geeignet erscheint, jedenfalls kein blühendes Paradies als neue Heimstätte...". Um jedoch über den Rand unseres Sonnensystems hinauszufliegen, muß die Technologie weit über den heutigen Stand hinaus weiterentwickelt werden. Unsere stolzen „Wunderwerke der Technik" werden dann rührende „Oldtimer" sein — mit denen man die ersten „Hüpfer" aus der Atmosphäre machte — genau wie es heute für uns der Flugapparat der Gebrüder Wright ist.

Die notwendigen technologischen Entwicklungsschritte kann man bereits abschätzen. Genau wie sich in der Aerodynamik eine Treibwerkstechnologie mit der anderen abwechselte, wird das in der Raumfahrt der Fall sein. Davon kann man sich überzeugen, wenn man sich auf eine waagerechte Achse die möglichen Fluggeschwindigkeiten, von 0 km/h bis zur Lichtgeschwindigkeit von 1,08 Milliarden km/h abträgt und auf der senkrechten Achse die möglichen Reiseentfernungen. (Wegen des großen Wertebereichs sind in der gezeigten Abbildung von Sänger beide Achsen mit sogenannten logarithmischen Skalen versehen.)

Vom technischen Standpunkt muß man den Flug innerhalb und oberhalb der Atmosphäre unterscheiden. Für beide Bereiche gelten unerschiedliche, aber wie wir sehen werden im Prinzip ähnliche Randbedingungen. Innerhalb der Atmosphäre kann man natürlich nur bis zu einer gewissen Höhe fliegen. Oberhalb von 60 km ist die Atmosphäre für Luftstrahltriebwerke und erst recht für aerodynamischen Auftrieb zu dünn. Bezüglich der Geschwindigkeit gibt es eine obere und eine untere Grenze. Man muß einerseits eine festgelegte Mindestgeschwindigkeit erreichen, welche mit zunehmender Höhe zunimmt. Andererseits kann eine gewisse Geschwindigkeit in der Atmosphäre nicht überschritten werden, welche dadurch bestimmt ist, daß die Luftreibung unbeherrschbar groß wird. Auch diese Hitze-Grenze verschiebt sich in größeren Höhen wegen der abnehmenden Atmosphärendichte zu höheren Geschwindigkeiten.

Außerhalb der Atmosphäre gibt es für den Bereich der realisierbaren Entfernungen und Geschwindigkeiten eine physikalische und zwei biologische Grenzen. Offensichtlich muß man eine Geschwindigkeit erreichen, welche größer ist, als die von der Höhe abhängige Zirkulargeschwindigkeit, bei deren Unterschreitung man wieder zur Erde zurückfallen würde. Man kann sich das analog zum Flug in der Atmosphäre vorstellen. Genau wie dort bei zu geringen Geschwindigkeiten keine ausreichenden Tragkräfte der Luft erzeugt werden konnten, können hier bei zu geringen Geschwindigkeiten keine ausreichenden Zentrifugalkräfte erzeugt werden. Darüber hinaus gibt es jedoch zwei biologische Grenzen. Eine besteht darin, daß man den menschlichen Organismus sicher nicht beliebig großen Beschleunigungen aussetzten kann, die andere darin, daß man nur eine durch die Lebensspanne beschränkte Reisezeit annehmen kann. Sänger setzt für die maximale Beschleunigung die doppelte Erdbeschleunigung an, und für die maximale Reisezeit 10 Jahre.

Man erhält somit zwei dreiecksförmige Bereiche, in denen man fliegen kann, die nur duch einen schmalen Korridor — dem Entfernungs- und Geschwindigkeitsbereich von ballistischen Raketen und Raketenflugzeugen — in Verbindung stehen. Man sieht auch, daß in beiden Domänen zum Erreichen

größerer Höhen schnellere Flugzeuge, und damit neue Antriebstechnologien nötig sind. Innerhalb der Atmosphäre vollzog sich der Übergang von Propellerflugzeugen über Turbinen zu Staustrahlturbinen. Im Weltraum wird man von den heute ausschließlich verwendeten chemischen Raketen zu kernkraftgetriebenen Triebwerken, Teilchenstrahlentriebwerken und schließlich zu Laser- oder Photonenstrahltriebwerken übergehen. Genau wie es das Strahltriebwerk möglich machte innerhalb der Atmosphäre die Schallgeschwindigkeit zu erreichen, wird es das Photonentriebwerk ermöglichen, Geschwindigkeiten nahe der Lichtgeschwindigkeit zu erreichen.

Sänger bewies, daß es dem Menschen nach den Gesetzen Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie prinzipiell möglich sein müßte, innerhalb seines Lebens Objekte in kosmischen Entfernungen zu erreichen. Seine Veröffentlichungen erregten großes Aufsehen, Geschrei und Feindschaft in Wissenschaftskreisen. Die Anfeindungen ließen erst nach, als Max Born im Februar 1958 zähneknirschend zugab, daß in Sängers Theorie der Raumschiffahrt mit Photonenraketen kein logischer Denkfehler vorlag. Born sprach vom „Sieg des Verstandes über die Vernunft."

Ein interstellarer Raumflug

Sänger lud seine Zuhörer wiederholt zu einem vergnüglichen Raumflug bei solchen Geschwindigkeiten zu einem, z.B. 1000 Lichtjahre entfernten, Stern ein. Sein Photonenflugzeug steht bereit, steigen wir ein. Wir starten mit einer konstanten Beschleunigung von 10 $m^{sec^{-2}}$, d.h. wir verspüren in unserem Photonenflugzeug die gleich Schwere, wie wir sie von der Erde gewohnt sind.

Wenn wir beim Start die Sterne des Firmaments betrachten, finden wir diese alle in der uns geläufigen weißen bis rötlichgelben Farbe. Wenn das Fahrzeug sich nun einige Zeit in Richtung auf den Zielstern beschleunigt, verfärbt sich infolge des physikalischen Dopplereffekts der Zielstern allmählich von seiner ursprünglich gelben Farbe über grün, blau und violett gegen ultraviolett, und gleichzeitig verändert die Sonne ihre ursprünglich gelbe Farbe allmählich über orange und rot nach infrarot. Alle in Fahrtrichtung weiter vorn liegenden Sterne verschieben ihre Farbe um so mehr gegen ultraviolett, je näher sie dem Zielstern stehen, und alle in der anderen Richtung liegenden Sterne verschieben ihre Farbe um so mehr nach infrarot, je näher sie der Sonne stehen. Das gesamte Firmament erstrahlt daher bald in allen Farben des Regenbogens. Nachdem wir dreieinhalb Monate an Bord sind, erreicht das Flugzeug 30 Prozent der Lichtgeschwindigkeit, und das Licht der Sonne wird so langwellig, daß es unterhalb des mit bloßem Auge wahrnehmbaren Bereich liegt. Einen Monat später stellen wir an Bord unseres Flugzeuges fest, daß das Licht des Zielsterns zu kurzwellig wird, um noch mit bloßem Auge wahrgenommen werden zu können.

Nach 6,6 Jahren Flugzeit an Bord fliegt das Fahrzeug fast mit Lichtgeschwindigkeit. Wenn wir jetzt die Entfernung zum Zielstern und zu unserer Sonne messen, stellen wir fest, daß beide gleich weit entfernt sind, und zwar jeweils ein Lichtjahr, d.h. etwa 10 Billionen km. Das ist nur der 500ste Teil der Entfernung, die man durch die Halbierung der von der Erde aus vorgenommenen Messung des Weges zu dem Zielstern erhält. Das ist ein Resultat der relativistischen Längenverkürzung. Würde das Raumschiff nicht abgebremst, so würde es in etwa einem Jahr an dem Zielstern vorbeischießen. Bremsen wir nun jedoch genauso, wie wir in der ersten Hälfte des Fluges beschleunigt haben, so landen wir nach einer Flugzeit von 13,2 Jahren auf unserem Zielstern. Unterwegs konnten wir während dieser kurzen Flugdauer verfolgen, wie auf diesem Stern eine 1000jährige Geschichte im Zeitraffer abgeläuft. Das ist jedoch nur ein kleiner Teil der abenteuerlichen Ereignisse, welche uns bei solch einem gedankenschnellen Flug erwarten.

Warum durch das Universum fliegen?

Ist eine solche Reise nur ein verrückter Spleen? Sollen wir diese Ideen verlachen und geringschätzig abtun, wie ehemals die Konzepte von Hermann Ganswindt? Nein, wir müssen sie heute ernster nehmen denn je. Heute geraten die grundlegenden Motive und die Notwendigkeit des technischen Fortschritts zunehmend in Vergessenheit. Es ist modern, das Denken auf das „Machbare" zu beschränken. Es ist in der vom „Club of Rome" eingeleiteten Ära modern, selbst das „Machbare" zu „hinterfragen". Sängers Begründungen für die Raumfahrt, welche er in seinem 1963 erschienenen Buch ‚Raumfahrt, heute — morgen — übermorgen" niederschrieb, wirken heute fast schon wie eine Erinnerung an größere Tage. Wenn wir sie lesen, dann müssen wir uns zwangsläufig fragen: Welcher „relativistische" Effekt hat uns in diesen 23 Jahren so erschreckend klein gemacht?

„Wissensdurst und Schöpferkraft und die daraus folgende Machtfülle zur Unterwerfung der Erde sind nicht irgendwelche Menscheneigenschaften neben vielen anderen, wie etwa Schönheit, Klugheit, Charakterfestigkeit, Treue, usw., sondern sie gehören neben dem Himmelsstreben vielmehr zu jenen elementaren Grundeigenschaften des Menschen schlechthin, die ihn überhaupt endgültig und wesentlich vom Tier abheben..."

„Es ist ein völlig unerträglicher Gedanke, daß mit diesem früheren oder späteren Unbewohnbarwerden der Erde die Gesamtleistung der Menschheit, der jahrhunderttausendlange, unendlich mühevolle Prozeß des Aufbaus unserer Wissenschaft, Kultur und Zivilisation endgültig verlorengehen soll, daß alle Lebensleistungen jedes einzelnen von uns letzten Endes sinnlos werden müßte und eines Tages nicht mehr auf spätere Generationen oder an andere kosmologische Kulturen vererbt werden könnte, sondern mit der Erde verglüht..."

„Es ist daher keineswegs dem freien Willen des Menschen überlassen, ob er diesem inneren Trieb zur Ausweitung seines Wissens- und Machtbereiches auch weiterhin folgen will, oder ob es dieses Zentrum seiner jahrhunderttausendjährigen Entwicklung nun amputieren und damit Selbstverstümmelung begehen will."

„Letzteres wäre offenbar nur im Gefolge einer tödlichen seelischen Erkrankung möglich, wofür bei der Mehrheit der Menschen und insbesondere auch unserer Jugend keine Anzeichen vorliegen."